No 1770 Department of

630.6M29
Vol 1

LIBRARY OF
Illinois Industrial University,
CHAMPAIGN, ILL.

☞ Books are not to be taken from the Library Room. ☜

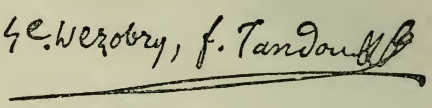
UNIVERSITY OF
LIBRARY
ILLINOIS.

CHIMIE

APPLIQUÉE

A L'AGRICULTURE

Tout exemplaire de cet ouvrage, non revêtu de notre griffe, sera réputé contrefait.



A LA MÊME LIBRAIRIE.

OUVRAGE DU MÊME AUTEUR.

Leçons élémentaires de chimie, deuxième édition. 2 beaux et forts volumes in-18 jésus en 4 parties, ornés de figures intercalées dans le texte. Prix, broché..... ..... . 16 fr.

Cette deuxième édition est considérablement augmentée en texte, et le nombre des figures a été quadruplé.

CORBEIL — TYP. ET STÉR DE CRÉTÉ.

CHIMIE

APPLIQUÉE

A L'AGRICULTURE

PRÉCIS DES LEÇONS PROFESSÉES DEPUIS 1852 JUSQU'A 1862

SUR DIFFÉRENTS SUJETS D'AGRICULTURE

PAR

F. MALAGUTI

MEMBRE CORRESPONDANT DE L'INSTITUT

Doyen et professeur de Chimie générale et agricole à la Faculté des Sciences de Rennes

Officier de la Légion d'honneur, etc., etc.

NOUVELLE ÉDITION

TOME PREMIER

PARIS

DEZOBRY, Fᵈ TANDOU ET Cⁱᵉ, LIBR.-ÉDITEURS

RUE DES ÉCOLES, 78

(Près du Musée de Cluny et de la Sorbonne.)

ERRATA DU 1er VOLUME.

Page 41,	ligne 10, et d'un métal,	*lisez :* et d'un métalloïde.
— 61,	— 26, le climat de l'hygiène,	— le climat et l'hygiène.
— 88,	— 12, nécessairement invariable,	— nécessairement variable.
— 91,	— 16, la chaux, ne les faisant,	— la chaux, en les faisant.
— 251,	— 7, on le conserve,	— on la conserve.
— 252,	— 23, surtout d'engrais phosphatés,	— surtout de phosphates.
— 269,	— 2, n'en contiendront,	— ne contiendront.
— 347,	— 16, cendres (§ 146),	— cendres (§ 145).

1770

UNIVERSITY OF ILLINOIS LIBRARY

A

MONSIEUR DUMAS

SÉNATEUR, ANCIEN MINISTRE DE L'AGRICULTURE,
MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
VICE-PRÉSIDENT DU CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE
ET DU CONSEIL MUNICIPAL DE LA VILLE DE PARIS.

Monsieur le Sénateur,

Ce livre, que je prends la liberté de vous dédier, résume dix années d'un enseignement dont vous fûtes le fondateur, étant Ministre de l'Agriculture.

Destiné à de simples cultivateurs, cet ouvrage n'est pas digne d'être offert à une grande illustration scientifique; je le sais. Si je l'ose pourtant, c'est que j'espère qu'il ne sera pas complétement inutile aux intérêts agricoles que vous avez toujours protégés.

Je suis, Monsieur le Sénateur, avec le plus profond et le plus affectueux respect,

Votre dévoué serviteur,

F. MALAGUTI,

Professeur de chimie générale et agricole
à la Faculté des sciences de Rennes.

30 juin 1862.

CHIMIE
APPLIQUÉE A L'AGRICULTURE

UNIVERSITY OF ILLINOIS

CHAPITRE PREMIER.

DE L'AIR ATMOSPHÉRIQUE.

SOMMAIRE. — 1. Propriétés physiques de l'air atmosphérique. — 2. Baromètre. — Utilité de la connaissance de la pression de l'air en agriculture. — 3. Composition de l'air. — 4. Propriétés chimiques de l'air. — 5. Air vicié. — 6. La composition de l'air est invariable. — 7. Principes accidentels de l'air atmosphérique. — 8. Miasmes. — 9. Comment en prévenir ou en combattre les effets.

Les phénomènes de la végétation s'accomplissant en grande partie sous l'influence de l'air, ils ne peuvent être bien compris par les agriculteurs qui ignoreraient la nature de l'atmosphère.

§ 1. **Propriétés physiques de l'air atmosphérique.** — La terre entière est entourée d'air qui, bien qu'invisible, n'exerce pas moins une pression de 1 kilogramme 33 grammes sur chaque centimètre carré de surface : cela veut dire qu'en supposant un conduit à section carrée, et dont la largeur de chaque face intérieure fût d'un centimètre ; en supposant, de plus, que ce conduit fût assez long pour qu'une fois debout il pût atteindre la hauteur de 15 à 16 lieues, si l'on pouvait peser tout l'air contenu dans ce conduit, on lui trouverait un poids de 1 kilogramme 33 grammes. Nous-mêmes, dont rien ne gêne les mouvements, nous ne supportons pas

moins cette pression, et, sans nous en douter, notre corps, que je suppose d'une taille moyenne, est sans cesse pressé par une quantité d'air qui pèse environ 15,500 kilogrammes : si nous n'en sommes pas écrasés, c'est grâce à la réaction qu'exercent les fluides de notre corps, réaction d'où il résulte un équilibre ; si nous ne nous en apercevons pas, c'est que la pression, s'exerçant dans toutes les directions, nous fait supporter en tous sens des pressions égales et contraires qui sont plus propres à nous soutenir qu'à nous gêner.

Que l'air soit pesant, on ne saurait en douter, car sans cela, quelle force ferait monter l'eau dans les pompes? D'ailleurs, on sait qu'un flacon d'un litre, par exemple, pèse 13 décigrammes de moins, lorsqu'au moyen d'une pompe on lui a enlevé l'air dont il était rempli ; ce qui revient à dire qu'un litre d'air pèse 1 gramme 300 milligrammes.

Si, en vertu de son propre poids, l'air force l'eau à s'élever dans les pompes, il en fera autant pour tous les autres liquides, à cela près que la hauteur à laquelle il les poussera sera d'autant plus petite que le liquide sera plus pesant.

Supposons qu'au lieu de faire fonctionner une pompe dans de l'eau, on la fasse fonctionner dans le mercure, ce métal s'élèvera lui aussi, mais, à peu de chose près, treize fois et demie moins que l'eau ; et pourquoi? Parce qu'un litre de mercure pèse environ 13 kilogrammes et demi, tandis qu'un litre d'eau ne pèse qu'un kilogramme.

Ainsi l'eau peut s'élever, grâce à la pression de l'air, jusqu'à 10 mètres 33 centimètres; le mercure

ne s'élèvera qu'à environ 76 centimètres, et si l'eau ou le mercure, dans quelques cas, s'élèvent un peu plus ou un peu moins, c'est que l'air, au moment où cela arrive, est un peu plus ou un peu moins pesant.

La pression que l'air exerce sur la surface des corps n'est pas constante.

Ne nous occupons pas des causes de ce fait, disons seulement qu'une des principales paraît consister dans les variations de température que subissent quelques parties de la masse d'air qui entoure la terre.

§ 2. **Baromètre. Utilité de la connaissance de la pression de l'air en agriculture.** — Avant d'aller plus loin, constatons que la pression de l'air varie. Prenons un tube de verre long de 80 centimètres, large d'un centimètre, et bouché à l'une de ses extrémités ; remplissons-le de mercure, et, après en avoir fermé l'ouverture avec le pouce, renversons-le sur une cuvette contenant de ce même métal ; retirant le doigt, nous verrons le mercure descendre un peu et s'arrêter à une hauteur voisine de 76 centimètres.

Si l'on marque cette hauteur, on verra qu'après un temps plus ou moins long, le niveau du mercure ou descendra ou dépassera la marque. Dans le premier cas, la pression de l'air aura diminué; dans le second, elle aura augmenté. Ce tube et ce mercure constituent ce qu'on appelle un *baromètre*, instrument qui, lorsqu'il est bien construit, sert à mesurer la pression de l'air.

En quoi peut nous intéresser cette connaissance ? C'est que les variations barométriques, ou les variations de la pression de l'air, sont les précurseurs de

changements dans le temps, changements qu'il est fort utile à l'agriculteur de prévoir.

Lorsqu'il fait beau, et que le baromètre descend peu à peu, il est très-probable que le temps change ; lorsque le baromètre descend brusquement, l'orage et même une tempête manquent rarement d'arriver ; lorsque le temps est mauvais, et que le baromètre monte peu à peu, on peut souvent compter sur la cessation de la pluie.

Or, l'agriculteur qui saura consulter un instrument qui lui prédira de tels événements, ne se trouvera-t-il pas dans de meilleures conditions que celui qui n'a, pour s'éclairer, que des moyens dont il ne dispose pas toujours?

Les habitants de la campagne ont, dans les vents et les nuages, des indications des changements atmosphériques. Mais dans une belle matinée d'été, lorsque le ciel est pur et l'air tranquille, où trouveront-ils les indices d'un orage qui éclatera après midi? Sans aucun doute, des signes apparaîtront, mais trop tard pour qu'ils leur soient utiles. D'ailleurs, les nuages et les girouettes indiquent les vents qui sont à leur hauteur, mais non pas les courants supérieurs ou inférieurs : or, les changements de temps proviennent de l'action totale des différents vents simultanés sur l'atmosphère, et la présence de ces différents vents, inégalement humides et inégalement chauds, affecte toujours le baromètre.

Si cet instrument signale le changement plus tôt que les nuages et le vent ne peuvent le faire, évidemment il rendra un service. Lorsque, malgré la beauté du

temps et la tranquillité de l'air, on voit baisser peu à peu le baromètre, on doit hâter les récoltes, ou ne pas commencer des travaux de longue durée que la pluie pourrait gêner.

Il y a des semailles qui ne réussissent que lorsqu'elles ont été faites dans certaines conditions climatériques ; celui qui peut prévoir de loin le moment probable où ces conditions se réaliseront sera plus avancé que celui qui, ne pouvant rien prévoir, se décide ou trop tôt ou trop tard.

Toutefois, avant de quitter ce sujet, je dois faire mes réserves. Qu'on n'aille pas croire que cet instrument prédise toujours la pluie et le beau temps ; envisagé de cette manière, le baromètre ménagerait des déceptions ; mais considéré comme un moyen de connaître les plus ou moins grandes probabilités des changements atmosphériques, il rendra des services incontestables. En résumé, d'après les calculs que l'on a faits sur de longues séries d'observations, on peut dire que lorsque le baromètre est bas, il y a 100 à parier contre 33 qu'il tombera de la pluie ; ce qui revient à dire que sur trois pronostics, il y en aura deux qui se vérifieront.

§ 3. **Composition de l'air.** — Assez de l'air au point de vue de son ensemble ; considérons-le par rapport à sa composition ; apprenons à connaître comment il agit par les principes dont il est formé et non plus par sa masse.

L'air est un mélange de plusieurs substances tellement divisées qu'elles sont devenues invisibles, et que, par cela même, on les appelle *gaz*. Dans ce mé-

lange on trouve aussi en suspension d'autres substances qui, bien que très-ténues, ne sont pas absolument invisibles, et qu'on peut rendre évidentes au moyen d'un rayon de soleil introduit par un trou pratiqué dans le volet de la croisée d'une chambre fermée de toutes parts à la lumière. On remarque alors dans toute la traînée du rayon une infinité de corpuscules en mouvement, une véritable poussière qui, dans les circonstances ordinaires, échappe entièrement à nos sens. Ces gaz et cette poussière, qui nous entourent de toutes parts, forment ce que l'on appelle l'air atmosphérique ou l'atmosphère.

Ne considérons, pour le moment, que les principaux gaz qui constituent l'air et dont la présence peut être aisément démontrée.

L'air est composé presque entièrement *d'oxygène et d'azote*. Dans 10 hectolitres d'air, ou, si vous voulez, dans un mètre cube ou 1,000 litres, il y en aura 208 du premier et 792 du second. Donc l'oxygène constitue, à peu de chose près, le cinquième de l'air. Les quatre autres cinquièmes sont formés par l'azote. Ces deux gaz sont accompagnés toujours par deux autres : le gaz acide carbonique et le gaz aqueux, c'est-à-dire l'eau transformée en vapeur invisible. C'est à peine si 10,000 litres d'air en contiennent 4 ou 6 d'acide carbonique. Quant à la vapeur aqueuse, elle varie tellement qu'on ne peut pas en fixer approximativement la proportion.

Prouvons la présence de ces quatre gaz.

Si l'on plonge une petite bougie allumée dans un vase rempli de gaz oxygène, on verra que la flamme

devient beaucoup plus vive, ce qui prouve que l'oxygène alimente et excite la combustion. Voilà donc un caractère qui permettra de reconnaître ce gaz.

Une bougie allumée, qu'on introduirait dans un vase rempli d'azote, s'éteindrait immédiatement. Si à ce caractère d'éteindre la flamme on ajoute celui de n'avoir aucun goût, on ne sera pas embarrassé pour reconnaître l'azote.

Si, au lieu d'opérer séparément sur les deux gaz, on opère sur un mélange formé de 4/5 d'azote et de 1/5 d'oxygène, on verra que la bougie continuera de brûler comme si elle était dans l'air, ce qui montre que l'air est principalement composé de ces deux gaz.

Quand on verse de l'eau de chaux dans un flacon rempli de gaz acide carbonique, elle perd sa limpidité et devient laiteuse; y ajoute-t-on quelques gouttes d'eau-forte (acide azotique), elle redevient limpide.

Or, si, au moyen d'un soufflet, on fait traverser de l'eau de chaux par un courant d'air, on remarquera les mêmes phénomènes, d'où la conclusion que, dans l'air, il existe de l'acide carbonique.

Il ne me reste plus qu'à prouver que, dans l'air, il doit y avoir toujours de la vapeur d'eau, mais en quantité variable.

Si l'on met de l'eau dans une assiette et qu'on l'abandonne à l'air, l'assiette finira par rester à sec. Ce qui se passe dans une assiette se passerait dans les mers, les lacs, les étangs, les rivières, si les eaux pluviales, la neige fondue, etc., ne remplaçaient pas les eaux qui s'évaporent. Et, de même que l'assiette restera à sec d'autant plus vite qu'il fera plus chaud;

de même l'évaporation des eaux de la nature sera plus grande en été qu'en hiver. L'évaporation étant donc plus ou moins grande, suivant que la chaleur est plus ou moins forte, la quantité de vapeur aqueuse qui se trouve dans l'air doit nécessairement varier. En effet, supposons que, vers la fin de l'hiver, quand la température est à 10 degrés, un mètre cube d'air se trouve *saturé* de vapeur d'eau, c'est-à-dire qu'il en renferme autant qu'il peut en tenir en dissolution ; supposons également qu'un pareil volume d'air se trouve dans le même cas pendant l'été, lorsque l'air est à 30 degrés : dans le premier mètre cube, il n'y aura que 10 grammes d'eau ; dans le second, il y en aura 33 1/2.

On sait d'ailleurs que, lorsqu'on introduit dans une carafe de l'eau beaucoup plus froide que l'air, les parois extérieures se recouvrent d'une couche d'humidité : d'où provient celle-ci, si ce n'est de l'air?

§ 4. **Propriétés chimiques de l'air.** — Examinons l'action que l'air exerce en vertu des principes dont il est formé.

On a vu que si une bougie brûle, c'est que, dans l'air, il y a de l'oxygène.

Si les mêmes expériences qui ont prouvé cette vérité avaient été faites avec un animal, un oiseau, par exemple, on aurait vu que, plongé dans l'oxygène, il aurait respiré plus vite, le nombre de ses pulsations aurait augmenté et sa chaleur serait devenue plus forte; on aurait vu que, plongé dans l'azote, il y aurait bientôt péri, et que, dans un mélange formé de 4/5 d'azote et de 1/5 d'oxygène, il se serait trouvé aussi bien que dans l'air.

Ainsi la chandelle brûle et l'animal respire, grâce à l'oxygène, et nous allons voir que le rôle de ce gaz consiste à se fixer sur les principes constituants de la chandelle et de l'animal.

Introduisons jusqu'au fond d'un cylindre en verre, qu'on appelle *éprouvette*, une bougie allumée ; de suite, la partie supérieure et interne du récipient se recouvre d'humidité, et plus tard la bougie s'éteint. Si, après avoir retiré la bougie éteinte, nous versons dans l'éprouvette un peu d'eau de chaux, nous verrons celle-ci devenir blanchâtre, et reprendre ensuite sa transparence par quelques gouttes d'eau-forte.

La bougie en brûlant a donc produit de l'eau et de l'acide carbonique.

Si j'introduis mon haleine dans un autre cylindre, je remarque d'abord que les parois intérieures se recouvrent d'humidité : l'eau de chaux et l'eau-forte, que j'y verserai ensuite successivement, me prouveront que dans l'air qui sort de ma poitrine se trouve une quantité d'acide carbonique plus grande que celle qui se trouve dans l'air ordinaire.

En respirant, l'homme engendre donc de l'acide carbonique et de l'eau : ce qui se passe pour l'homme se passe également pour les animaux (1).

Mais, de quoi se compose l'acide carbonique?

(1) On se tromperait si l'on croyait que l'acide carbonique qui sort de notre poitrine s'y forme dans l'acte de la respiration. Ce gaz est le produit de la combustion des principes du sang; cette combustion a lieu dans le *système capillaire*. Si le mouvement respiratoire fait sortir l'acide carbonique des poumons, c'est qu'il y est remplacé par l'oxygène de l'air en vertu d'un phénomène physique, après y avoir été amené par la circulation. En disant que la respiration engendre de l'acide carbonique, on fait moins allusion au fait réel qu'au fait apparent.

D'oxygène et de carbone; et puisque l'acide carbonique se forme par l'action de l'oxygène sur la substance du combustible et de l'animal, il faudra conclure que les combustibles et les animaux renferment du carbone, qui n'est autre chose que du charbon à son plus grand état de pureté.

Avec l'acide carbonique, avons-nous dit, il se forme aussi de l'eau ; or, l'eau est formée d'oxygène et d'hydrogène ; par conséquent, les animaux et les combustibles renferment de l'hydrogène en outre du carbone.

Ainsi, la bougie, et par extension tous les combustibles, l'homme, et par extension tous les animaux, brûlent et respirent parce que l'oxygène se fixe sur leur carbone et leur hydrogène.

La combustion et la respiration engendrent les mêmes produits : eau et acide carbonique.

Les conséquences de ces préliminaires vont devenir pour nous du plus haut intérêt, et, pour bien les saisir, constatons un fait qui nous est encore inconnu.

§ 5. **Air vicié.** — Quand on plonge une bougie allumée dans du gaz acide carbonique, elle s'éteint de suite. Inutile de dire que si, au lieu d'une bougie allumée, on plonge un oiseau, au bout de quelques instants, il meurt asphyxié. L'acide carbonique n'alimente donc ni la combustion ni la respiration. Ce fait va nous expliquer pourquoi l'air confiné où respirent des animaux, ou dans lequel brûlent des combustibles doit, à la longue, se vicier.

Si l'oxygène est indispensable à la respiration ; si,

par cet acte même, il se fixe et disparaît, n'est-il pas évident que l'air d'une pièce où se trouveront rassemblés beaucoup de personnes ou d'animaux, et qui ne se renouvellera pas, s'appauvrira de plus en plus d'oxygène? n'est-il pas clair que cet appauvrissement sera d'autant plus prompt que, dans l'appartement, il y aura des corps en combustion, tels que bougies, chandelles, becs à gaz, etc.? Mais comme, dans de l'air qui ne se renouvelle pas, l'oxygène qui disparaît est remplacé par de l'acide carbonique, qui est un gaz contraire à la respiration, on voit pourquoi, dans une pièce sans ventilation, les personnes ou les animaux qui y sont renfermés finissent par être asphyxiés; c'est que l'air qui les entoure se vicie peu à peu, car il s'appauvrit d'oxygène et il s'enrichit d'acide carbonique.

Une expérience bien simple pourrait le prouver. Supposons deux veilleuses allumées, pareilles et recouvertes séparément par deux cloches en verre de la même capacité; supposons encore qu'à côté d'une des deux veilleuses se trouve une petite écuelle renfermant une dissolution de pierre à cautère. Eh bien! cette dernière veilleuse continuera à brûler encore quelque temps après que l'autre se sera éteinte.

Pourquoi cette différence? C'est que là où il y a de la pierre à cautère (potasse), substance très-avide d'acide carbonique, l'air devient inapte à entretenir la combustion, parce qu'il perd de l'oxygène, tandis que là où il n'y a pas de pierre à cautère, l'air perd également de l'oxygène, mais il gagne en même temps de l'acide carbonique. Dans une des deux cloches, il y a

donc deux causes qui s'opposent à la continuation de la combustion : la diminution de l'oxygène et la présence de l'acide carbonique ; dans l'autre, il n'y en a qu'une : la diminution de l'oxygène.

Si, à la place des veilleuses, il y avait eu des animaux, le résultat n'aurait pas été différent.

Appliquons ce que nous venons d'apprendre. Les chambres à coucher ne peuvent pas être comparées à une cloche, attendu que les croisées et les portes, quoique fermées, laissent toujours un peu d'accès à l'air ; aussi ne s'y asphyxie-t-on pas, mais souvent on ne s'y trouve pas à son aise, puisque souvent l'air doit s'y vicier ; et respirer un air vicié est nuisible à la santé. En effet, s'il n'y a pas de ventilation, l'acide carbonique qui se formera par suite de la respiration, ne pourra pas s'en aller, et contribuera, par sa présence, à rendre l'air de mauvaise qualité. De là ce malaise, cette fatigue, ces maux de tête, cette mauvaise bouche dont on est incommodé le matin en se réveillant, et dont on est loin de soupçonner l'origine.

Si les hommes, en séjournant dans des pièces mal aérées, éprouvent des inconvénients, pourquoi les animaux n'en éprouveraient-ils pas en passant des nuits entières dans des écuries ou des étables suffocantes ! Ils ne se plaindront pas de maux de tête ou de courbatures ; mais, si l'on est bon observateur, on s'apercevra qu'une bonne nourriture, donnée au bétail bien logé, profite plus que celle qui est donnée au bétail mal logé.

Que doit-on faire pour éviter des effets si pernicieux ? Ou aérer les habitations, ou les faire assez vastes

pour que le manque d'aérage ne puisse pas nuire. Dans un autre moment je dirai comment on doit aérer une écurie ou une étable : aujourd'hui, je remarquerai seulement qu'avec quatre planches et une ouverture au plafond, on peut assainir l'étable la plus mal disposée sous le rapport de l'aérage.

Pour les habitations des hommes, c'est différent : ceci regarde plutôt le propriétaire qui fait bâtir la maison de la ferme que le cultivateur qui l'habite ; car un fermier fera bien quelques sacrifices dans l'espoir de conserver le bétail qui est son bien, mais il n'en fera aucun dans l'intérêt de sa santé pour améliorer une habitation qui ne lui appartient pas. Cependant, si la maison est malsaine, les conséquences tombent directement sur le locataire, et non pas sur le maître.

C'est à ceux qui établissent les fermes que je m'adresse en ce moment, plutôt qu'à ceux qui les louent. Il n'est pas rare d'en voir où les bâtiments destinés aux hommes sont pires que ceux où séjournent les animaux, et souvent, dans notre Bretagne, les uns ne valent pas mieux que les autres.

Or, l'air, qui, au lieu de 4 à 6 dix-millièmes d'acide carbonique, en contient 50 à 60, occasionne déjà des malaises, et il devient irrespirable dès qu'il en contient le double. Mais, savez-vous combien de gaz acide carbonique produit un homme en respirant, pendant une heure ? environ 33 litres. En supposant que sa nuit soit de six heures, il en produira environ 200 litres, c'est-à-dire assez pour rendre irrespirables 20 mètres cubes d'air qui ne pourraient pas se renouveler. Pour que les 200 litres d'acide carbonique, produits en une nuit

de six heures, ne deviennent pas la cause, je ne dirai pas d'un accident, mais d'un malaise, il faut qu'ils soient disséminés dans 40 mètres cubes d'air. En partant de ces données, une chambre où coucheraient deux personnes adultes, et qui n'aurait pas de cheminée ou d'autres ouvertures, devrait avoir une capacité de 80 mètres cubes. Mais peu de chambres, dans les fermes, sont assez bien closes pour que toute ventilation devienne impossible ; de façon qu'en se plaçant au point de vue pratique, on peut être sûr que, lorsqu'un homme adulte a une ration de 6 à 7 mètres cubes par heure, il respire aussi bien qu'en plein air ; et pareillement, une vache et un cheval respireront à leur aise, si leur ration d'air s'élève à 18 ou 20 mètres cubes. Plus il y aura d'ouvertures, plus ces dimensions pourront être réduites; mais il n'en est pas moins vrai qu'on ne devrait jamais oublier ces nombres, quand il s'agira de construire des habitations, soit pour les hommes, soit pour les animaux.

§ 6. **La composition de l'air est invariable.** — En réfléchissant sur ce qui précède, on se demande pourquoi la composition de l'air ne varie pas.

Si, en effet, l'oxygène se change sans cesse en acide carbonique par le fait de la combustion et de la respiration, l'air d'aujourd'hui devrait contenir plus d'acide carbonique et moins d'oxygène que celui d'hier.

Il est vrai que partout où il y a des animaux qui respirent ou des matières organiques qui se décomposent, il se forme de l'acide carbonique, dont le volume ne diffère pas beaucoup de celui de l'oxygène qui disparaît ; mais, à côté des causes qui tendent à dimi-

nuer ce dernier gaz, il y en a d'autres qui tendent à l'augmenter. Une des principales est l'action que la lumière exerce sur les parties vertes des végétaux. Pendant le jour, les feuilles, par exemple, absorbent de l'acide carbonique, qu'elles décomposent en carbone et en oxygène : le premier se fixe dans la plante elle-même pour en augmenter la masse ; le second retourne dans l'air pour en entretenir la composition normale.

Si l'on introduit une plante vivante dans une cloche pleine d'air contenant 7 à 8 0/0 d'acide carbonique, et qu'on s'arrange de manière à interdire toute communication entre l'air intérieur et l'air extérieur ; si l'on expose cette cloche à la lumière du soleil, on trouvera, après un certain temps, que l'air qui y est contenu se sera appauvri considérablement d'acide carbonique, et qu'il sera devenu plus riche en oxygène.

Ce fait prouve donc : 1° que les plantes trouvent dans l'acide carbonique un véritable aliment ; 2° qu'elles peuvent purifier l'air, puisqu'elles lui soutirent un principe qui, accumulé en grande abondance, le vicierait.

Ceci révèle déjà à l'agriculteur une des causes de l'action fertilisante des fumiers et de tous les engrais de nature organique, tels que les végétaux verts, les matières animales, etc. ; toutes ces substances, en se décomposant, engendrent de l'acide carbonique, dont les racines s'emparent pour en nourrir les plantes.

Je montrerai plus tard que les fumiers et les en-

grais ne fournissent pas seulement de l'acide carbonique.

§ 7. **Principes accidentels de l'air atmosphérique.** — a. *Ammoniaque*. — Il est hors de doute que dans l'air il existe de l'*ammoniaque*. Ce corps est un des produits ultimes de la décomposition des substances organiques, dont les éléments constitutifs essentiels sont le *carbone*, l'*hydrogène*, l'*oxygène* et l'*azote*. Lorsque ces éléments ne sont plus sous l'influence de la vie, ils brisent les liens mystérieux qui en faisaient des tissus et des organes : ils se groupent alors d'après de nouvelles lois et donnent naissance à des composés qui, de métamorphose en métamorphose, arrivent aux formes les plus simples, telles que l'*eau*, l'*acide carbonique* et l'*ammoniaque*. Nous savons de quoi se composent les deux premiers corps ; le dernier est formé de 14 parties d'azote et de 3 d'hydrogène. Mais comme l'ammoniaque est un gaz, il doit naturellement, si rien ne le fixe, entrer dans l'air, où l'on n'en trouve pourtant que de très-faibles quantités.

Kemp, qui de tous les chimistes est celui qui en a trouvé le plus, en a constaté 50 grammes seulement dans 10,000 mètres cubes d'air, qui pèsent, comme on sait, 13,000 kilogrammes.

Les propriétés de l'ammoniaque expliquent pourquoi l'air n'en contient que des traces insaisissables, quoiqu'il doive s'en former beaucoup à la surface de la terre.

Quand on introduit dans une éprouvette remplie de gaz ammoniac un corps poreux, tel qu'un charbon qui, étant encore incandescent, aurait été étouffé dans

le mercure, le gaz disparaît presque entièrement. Ce fait indique que les terres arables, étant formées de substances poreuses, doivent condenser et retenir la plus grande partie de l'ammoniaque, qui prend naissance dans leur sein, par suite de la décomposition des fumiers et des engrais.

Si l'on débouche sous l'eau un flacon rempli de gaz ammoniac, l'eau s'y précipite comme dans le vide, tant est grande la solubilité de ce gaz. N'est-il pas évident que, même dans l'hypothèse où il y aurait, par instants, de fortes proportions d'ammoniaque dans l'air, non-seulement la moindre pluie, mais la moindre rosée, en entraînerait la plus grande partie sur la terre ?

Disons enfin que l'ammoniaque, dont la dissolution aqueuse porte le nom d'*alcali volatil*, a réellement des propriétés alcalines ; c'est-à-dire qu'elle ramène au bleu le papier teint avec du tournesol, et rendu rouge par un acide. Si l'ammoniaque a de pareilles propriétés, elle doit se combiner très-aisément avec les acides qui la fixeront. Dès lors elle perdra sa nature gazeuse, et quand même elle persisterait dans l'air, ce serait sous une forme autre que celle qu'on lui connaît. En effet, si l'on mêle du gaz ammoniac avec du gaz acide carbonique, ces deux gaz se combinent et donnent naissance à un corps solide dont la volatilité sera toujours moindre que celle d'un corps aériforme.

Or, nous savons que dans la terre arable il se forme des masses d'acide carbonique : en admettant qu'il se forme aussi de l'ammoniaque, ces deux corps devront

se combiner ; sous cette nouvelle forme, l'ammoniaque arrivera dans l'air moins facilement que si elle se trouvait dans son état naturel.

La présence presque imperceptible de l'ammoniaque dans l'air, soit à l'état libre, ce qui est fort rare, soit à l'état de combinaison, ne manque pas d'avoir sa grande importance. Il est très-probable que les végétaux qui ne se trouvent point sur des terres cultivées, empruntent la plus grande partie de leur azote constitutif à l'ammoniaque atmosphérique, tant par leurs feuilles que par leurs racines, auxquelles elle est offerte par les eaux pluviales. L'amélioration des terres par la jachère en semble une preuve : en effet, si l'on analyse une terre au commencement et à la fin de la jachère, on trouve qu'elle est devenue plus riche en matières azotées ; mais, comme on ne l'a pas fumée dans cet intervalle, ces matières ont dû lui venir de l'air, en partie sous forme d'ammoniaque.

La possibilité du fait ne saurait être contestée, lorsqu'on pense que la portion d'atmosphère qui recouvre un hectare de terre pèse 103,329,858 kilogrammes, et que cette énorme quantité d'air, en la supposant 28 à 30 fois moins riche en ammoniaque que Kemp ne l'a trouvée, en contiendrait encore 137,429 kilogrammes. Or, l'ammoniaque dont s'enrichit annuellement un hectare de terre en jachère correspond environ à 11 ou 12 kilogrammes.

b. *Acide nitrique ou azotique.* — Une autre substance azotée accompagne l'ammoniaque dans l'air, et paraît s'y trouver en une plus forte proportion.

C'est l'acide *azotique* ou *nitrique*, ce que l'on appelle eau-forte. La présence de ce corps dans l'air n'étonne pas celui qui en connaît la composition : on sait qu'il est formé de 14 parties d'azote et de 40 d'oxygène, c'est-à-dire des éléments de l'air. Dans quelques circonstances, l'étincelle électrique fait naître de l'acide nitrique dans l'air qu'elle traverse. Or, les éclairs sont des étincelles électriques d'une grande dimension : en sillonnant l'atmosphère, ils doivent donner naissance à cet acide ; une fois formé, il se combinera avec l'ammoniaque et formera le sel connu sous le nom de *nitrate* ou *d'azotate d'ammoniaque*, qu'on trouve presque toujours dans les pluies d'orage. La formation de l'acide nitrique dans l'espace peut se rattacher à d'autres causes en dehors de l'électricité, mais dans tous les cas, les éléments de cet acide proviennent toujours de l'atmosphère ; il n'en est pas de même de l'ammoniaque, dont la plus grande partie se forme dans la terre et passe ensuite dans l'air.

D'après les expériences de M. Barral, la quantité d'acide nitrique qui serait entraînée par les pluies, dans l'espace d'un an, sur un hectare de terre, correspondrait à 22 kilogrammes d'azote, tandis que l'ammoniaque qui aurait accompagné cet acide ne correspondrait qu'à 9. Disons de suite que ces appréciations se rapportent à de l'eau recueillie àl'Ob servatoire de Paris, laquelle eau doit être naturellement plus riche en matières azotées que celle qui serait recueillie en pleine campagne. Quoi qu'il en soit, il n'en est pas moins vrai que l'air renferme de l'acide azotique qui, sous la forme d'azotate d'ammoniaque, est entraîné

dans le sol par les pluies ; et comme les azotates, ainsi que les matières ammoniacales, sont des substances fertilisantes, on doit considérer l'air comme étant une source d'engrais : on en a d'ailleurs la preuve dans les effets de la jachère, dans la culture des plantes amélioran tes et dans la végétation abandonnée exclusivement aux ressources de la nature.

c. *Diverses substances salines.* — Il y a d'autres sels dans l'air, en dehors de l'azotate d'ammoniaque. Ils y sont apportés par les vapeurs qui s'élèvent de la surface des eaux ; celles-ci, tenant en dissolution un grand nombre de substances salines différentes, doivent les entraîner lorsqu'elles s'élèvent dans l'air sous la forme de vapeur vésiculaire.

Ainsi M. Isidore Pierre a trouvé, dans 100 mètres cubes d'eau pluviale, 24 kilogrammes 600 grammes de chlorures et de sulfates, identiques avec ceux que l'on trouve dans les eaux de la mer et des fleuves.

De son côté, M. Barral a constaté des traces de *phosphates* dans les eaux pluviales.

En admettant que chaque hectare reçoive tous les ans, moyennement, 6,000 mètres cubes d'eau de pluie, il recevra en même temps environ 147 kilogrammes de matières salines.

La présence de ces substances dans l'air explique pourquoi, dans certaines plantes, on trouve des principes minéraux qu'on chercherait inutilement dans le sol où elles ont végété ; de sorte que l'air peut être considéré comme une source d'engrais, comparables à la fois au fumier et aux amendements.

Ce tribut incessant de fertilité que l'air paye à la

terre révèle à son tour une pondération providentielle. L'air rend à la terre les substances salines et azotées que les eaux lui enlèvent, de même que les plantes restituent à l'air l'oxygène que les combustions lui empruntent.

§ 8. **Miasmes.** — Les êtres organisés dégagent, pendant leur vie, et à plus forte raison après leur mort, lorsqu'ils se putréfient, dégagent, dis-je, des effluves qui vont augmenter le nombre des matières accidentelles de l'atmosphère.

Qu'on expose un verre de montre à la rosée, et, dès que sa surface en sera humectée, qu'on y verse une goutte d'acide sulfurique ou d'esprit de vitriol : si l'on chauffe assez le liquide pour qu'il s'évapore, on verra que la paroi du verre restera tachée de noir ; ce qui montre que dans la rosée il y a des matières charbonneuses et, par conséquent, de nature organique. Qu'on remplisse de glace une carafe, et puis qu'on l'expose dans une salle d'hôpital ou sur le bord d'une mare : l'eau qui se condensera à la surface de la carafe n'offrira d'abord rien de particulier ; mais bientôt elle se putréfiera, en dégageant l'odeur d'œufs pourris.

L'air tient donc en suspension des substances susceptibles de se putréfier ; et l'on sait que l'air des marais, ou de certaines contrées où croupissent de grandes quantités de végétaux, est puant et insalubre.

Il ne faut pas croire, toutefois, que l'air puant soit le seul qu'on ait à redouter, et que ce que l'on appelle *les miasmes* soient des substances putrides, signalant leur présence par leur mauvaise odeur. Rigaud de Lille, dans ses explorations des Marais pontins, con-

trées inhabitables pendant une grande partie de l'année, a observé que le danger se trouvait de préférence là où l'air paraissait pur et inodore. S'il en était autrement, comment pourrait-on expliquer la bonne santé des bouchers, qui, par leur état, respirent continuellement de l'air imprégné de parcelles organiques, souvent altérées, sinon putréfiées ! Comment les vidangeurs ne tomberaient-ils pas bientôt malades !

Beaucoup de faits permettent de croire que les effluves de nature miasmatique ne proviennent pas des putréfactions animales ; ce qui donne lieu principalement à cette croyance, c'est que dans les foyers les plus redoutables des maladies endémiques, il n'existe point de matières animales en décomposition. Que voit-on, en effet, dans les marais où se manifestent les fièvres qui portent ce nom ? des eaux plus ou moins vaseuses où végètent des plantes spéciales qui, pour nos climats, sont les algues, les renoncules, les carex ; et si nous passons en revue les circonstances qui déterminent éventuellement certaines maladies endémiques, en dehors des marais, nous verrons encore que les putréfactions animales sont mises hors de cause. Un étang, un lac, un débordement, l'embouchure des rivières, les défrichements, le mélange d'eau douce et d'eau salée peuvent devenir autant de sources miasmatiques, et pourtant on n'y voit nulle part de matières animales.

Les putréfactions animales ne sont donc pas la cause du *mauvais air* (*malaria*), et quand on songe que celui-ci manifeste ses pernicieux effets sans l'intervention des produits fétides des putréfactions végétales,

on est porté à supposer que les miasmes ne sont que des êtres vivants auxquels les végétaux en décomposition offrent les conditions favorables à leur développement, et que ces êtres sont tellement déliés qu'ils peuvent pénétrer dans notre organisme, en donnant lieu à une véritable inoculation. Lorsqu'ils deviennent fétides et signalent ainsi leur présence, c'est qu'ils sont morts et subissent la loi commune à tout ce qui a vécu ; mais alors ils ont perdu leur action délétère.

Le *mauvais air* est tellement funeste aux intérêts de l'agriculture, que nous ne devons pas nous borner à discuter son origine et à constater ses effets ; il faut les prévenir ces effets, ou il faut les combattre. Quant à en détruire la source, c'est au pays entier qu'une si grande tâche incombe. Ce ne sont pas quelques particuliers qui pourront assainir 450,000 hectares de sol marécageux, empêcher le débordement d'un fleuve et la formation temporaire de marécages mortifères, reboiser un pays, et ménager soit par le drainage, soit par d'autres travaux hydrauliques, l'écoulement des eaux stagnantes.

Occupons-nous donc de ce qui est à la portée de nos moyens, et tâchons de nous mettre à l'abri d'un fléau dont il ne nous est pas donné de détruire la source.

§ 9. **Comment en prévenir ou en combattre les effets.** — Puisque les matières organiques malfaisantes qui se trouvent suspendues dans l'air peuvent être entraînées par la vapeur d'eau, quand elle se condense, il est évident qu'il sera dangereux de se trouver dehors lorsque cette condensation aura lieu.

Il faudrait donc rentrer avant la rosée, et ne sortir le matin qu'après qu'elle s'est dissipée.

Si ce précepte abrége le temps du travail, il le rend plus efficace, car les quelques heures que l'on passe de plus dans les champs, en compromettant sa santé, on les perd et au delà en tombant malade de la fièvre.

Le mauvais air attaque de préférence les individus affaiblis par un excès de fatigue ou par une mauvaise nourriture. Pendant les travaux d'août et de septembre, qu'on nourrisse donc les ouvriers en raison des fatigues qu'ils endurent.

Que de fois évitera-t-on les atteintes du mal en observant certains préceptes hygiéniques qui malheureusement sont inconnus, ou dont on ne fait aucun cas dans les campagnes!

Si les habillements étaient plus appropriés aux saisons; si lorsque, ruisselants de sueur, ils quittent les champs, les laboureurs endossaient un habit quelconque qui les protégeât contre un refroidissement subit; si, altérés par la chaleur, ils calmaient leur soif avec de l'eau aiguisée de vinaigre plutôt qu'avec de l'eau pure; si, plus soucieux de la propreté de leurs personnes, ils laissaient un libre cours aux fonctions de la peau, ils éviteraient bien des maladies, et entre autres celles qui proviennent d'un air insalubre.

Des soins d'un autre ordre pourraient protéger la personne autant que la famille, la maison, l'emplacement.

On a constaté que, lorsqu'on force l'air à traverser une couche de coton, il devient beaucoup plus pur, car il s'appauvrit ainsi d'une multitude de corpuscu-

les organisés qui dans des circonstances données peuvent devenir des ferments de maladies.

On sait que des volets en gaze ou en toile assainissent les appartements exposés aux exhalaisons des marais. Rigaud de Lille, et plus récemment M. de Bellegarde, ont vu que des rideaux d'arbres convenablement disposés suffisaient pour mettre non-seulement des maisons, mais des contrées entières à l'abri des effets meurtriers du mauvais air.

Il est difficile de se faire une idée de l'efficacité d'un pareil moyen. Ceux qui pourraient en douter, par la considération qu'un rideau d'arbres ne peut entraver qu'une partie du courant insalubre, apprendront que les miasmes ne s'élèvent pas bien haut dans l'atmosphère, et que leur quantité décroît en raison de la hauteur à laquelle ils s'élèvent. Ainsi, dans les Marais pontins, ils ne dépassent pas la hauteur de 300 mètres, et à Rome, on a observé qu'il suffit de monter un étage pour s'en mettre à l'abri. D'ailleurs, par cela seul que le courant d'air vicié, qui aura surmonté les arbres, se trouvera plus élevé que la maison, il ne pourra exercer sur elle une bien grande influence.

Ce que je viens de dire sur l'assainissement de l'air par les arbres devrait engager le propriétaire à bien réfléchir avant de se décider à abattre de grandes plantations ; une fois abattues, il ne les remplacera pas de sitôt, et le bénéfice qu'il en retirera pourrait bien être au-dessous de la perte que lui occasionneront les maladies et le ralentissement des travaux, qui en sont une conséquence.

CHAPITRE II.

DE L'EAU.

SOMMAIRE. — 10. Composition de l'*eau*. — 11. Propriétés de l'eau. — 12. Différentes qualités d'eau. — 13. Substances dissoutes dans les eaux naturelles. — 14. Moyen de reconnaître les eaux contenant des *silicates*, des *nitrates* et des *matières organiques*. — 15. Eaux potables. — 16. Eaux des météores.

§ 10. **Composition de l'eau.** — L'eau est formée d'*oxygène* et d'*hydrogène*. On en reste convaincu en dirigeant de la vapeur d'eau dans un tube en grès chauffé au rouge et contenant du fil de fer. Le métal se rouille (s'oxyde), c'est-à-dire il se combine avec de l'oxygène, tandis que de l'hydrogène se dégage sous la forme d'un gaz.

On peut obtenir le même résultat par une expérience d'une exécution plus facile. On introduit dans une fiole un peu de limaille de fer, et on y verse de l'esprit de vitriol (acide sulfurique), étendu de 6 à 8 fois son volume d'eau : on remarquera immédiatement une ébullition due au dégagement d'hydrogène. Ce gaz provient encore de l'eau dont l'oxygène a rouillé la limaille de fer qui, dans cet état, s'est combinée avec l'acide pour former de la couperose verte (sulfate de protoxyde de fer).

Il est également facile de constater que l'hydrogène en se combinant avec de l'oxygène forme de l'eau.

Si l'on adapte à la fiole où se trouvent le fer et l'acide un tube droit, effilé et à pointe ouverte, il s'en

échappera un jet de gaz qu'on pourra enflammer : en lui superposant une cloche en verre, on remarquera que les parois intérieures de celle-ci se couvriront bientôt d'humidité. D'où vient cette humidité, si ce n'est de l'hydrogène, qui par cela même qu'il brûle, doit se combiner avec l'oxygène de l'air ambiant! On ne dira pas qu'elle provient de l'air, car la température de l'intérieur de la cloche, s'élevant par la présencede la flamme, ne permet pas à la vapeur d'eau atmosphérique de se condenser. Mais si, dans ces circonstances, rien ne peut déposer de l'eau sur les parois de la cloche, il faut bien que cette eau provienne de la combustion de l'hydrogène ; et comme l'hydrogène ne brûle qu'en se combinant avec l'oxygène, l'eau sera donc nécessairement le résultat de la réunion de ces deux gaz. L'analyse montre que, dans 9 kilogrammes d'eau, il y en a 8 d'oxygène et 1 d'hydrogène.

§ 11. **Propriétés de l'eau.** — Tout le monde sait que, lorsqu'on chauffe de l'eau, de petites bulles gazeuses se forment dans le fond du vase bien avant que l'ébullition commence; ce qui prouve que l'eau tient en dissolution des gaz. Leur composition est telle, qu'ils constituent une sorte d'air beaucoup plus riche en acide carbonique et en oxygène que l'air ordinaire.

Eh bien ! ce fait seul explique déjà l'importance du rôle que l'eau joue dans la nature. C'est grâce à la présence de cette espèce particulière d'air dans l'eau que les poissons respirent et que les plantes vivent. Dans de l'eau désaérée, les poissons ne vivraient pas, et si l'on arrosait toujours les plantes avec de l'eau bouillie, elles périraient.

Insistons sur ce fait.

Bien que les plantes soient entourées d'air où il y a de l'oxygène, néanmoins elles ne peuvent absorber de ce gaz qu'autant qu'il est dissous dans l'eau, et cette portion qu'elles absorbent par les feuilles ou les tiges est beaucoup moindre que celle qui leur arrive par les racines.

Ainsi, les végétaux, autant que les animaux, ont besoin d'oxygène ; une plante périt, si elle se trouve dans un milieu dépourvu de ce gaz.

Comment s'étonner que les cultures des contrées marécageuses soient chétives ; que les arbres y soient rabougris ; que les fruits n'y mûrissent pas ; que les céréales y soient de qualité inférieure, et que les légumes y soient froids et gorgés d'eau ! Tous ces effets tiennent à la même cause : les eaux stagnantes, n'étant pas vivifiées par le mouvement, perdent peu à peu l'oxygène, qu'elles tiennent dissous ; dès lors elles croupissent, deviennent mortelles pour les plantes, comme les effluves qu'elles dégagent le sont pour les hommes.

Aussi M. Montfalcon a-t-il observé que, dans l'espace de vingt-deux ans, la population de dix communes de la partie marécageuse de l'Ain a diminué de 1/8 ; et M. Ancelon a vu qu'au commencement du printemps, ou à la fin de l'automne de la première année de mise en eau du grand étang de Lindre, les fièvres intermittentes sévissent sur les populations qui entourent cet étang ; que, dans le cours de la deuxième année, lorsque l'étang est plein d'eau, surviennent les fièvres typhoïdes, et que pendant l'été de

la troisième année, lorsqu'on met en culture la vase et les débris de poissons retirés de l'étang, arrivent les fièvres charbonneuses.

Voilà pour l'oxygène dissous dans l'eau, voici pour l'acide carbonique :

Lorsqu'on brûle une plante, il reste toujours de la cendre, on le sait. Cette cendre provient des substances minérales dont la plante est incrustée ou imprégnée. Il n'y a pas de cendre qui se dissolve complétement dans l'eau ; on le voit toutes les fois que les ménagères font la lessive. Mais cette matière minérale, qui constitue la partie insoluble des cendres, comment a-t-elle pénétré dans la plante? Quelque grande que soit sa ténuité, elle ne le sera jamais assez pour traverser les spongioles des racines, qui ne livrent passage qu'aux liquides : ce n'est donc que sous cette dernière forme qu'elle a pu y pénétrer. Voyons de quelle manière.

Si l'on verse de l'eau de chaux dans de l'eau gazeuse (dissolution aqueuse d'acide carbonique), le mélange prend l'aspect du lait, parce qu'il s'y forme du carbonate de chaux (craie), qui est blanc et insoluble. Mais le mélange redeviendra limpide, en y ajoutant une quantité convenable d'eau gazeuse : donc l'acide carbonique a la faculté de rendre soluble le carbonate de chaux. Le résultat aurait été le même, si l'on avait opéré avec du phosphate de chaux, à cela près qu'il aurait été moins saisissable, car il aurait été moins prompt à s'accomplir. N'est-il pas évident que le carbonate et le phosphate de chaux, dont on enrichit le sol au moyen du chaulage, du marnage, du noir animal, du

guano, bref au moyen des engrais, s'introduisent dans les plantes à la faveur de l'acide carbonique de l'eau, et qu'ils doivent reprendre leur état primitif lorsqu'on détruit la plante par l'incinération. Inutile d'ajouter que la matière insoluble des cendres se compose en grande partie de carbonate et de phosphate terreux.

D'où vient l'acide carbonique dont l'eau naturelle est si riche?

D'abord, l'acide carbonique étant assez soluble, il se laisse entraîner par les pluies ; ensuite, une fois que celles-ci pénètrent dans le sol, elles en trouvent une grande quantité provenant des décompositions des engrais et des matières organiques. Ce n'est pas de son défaut, mais de son excès, qu'il faut se préoccuper, car de l'eau très-chargée d'acide carbonique, et qui traverserait un terrain crayeux, s'enrichirait tellement de carbonate de chaux, qu'une fois en contact avec les racines, elle déposerait sur leur surface une couche calcaire, une véritable incrustation qui empêcherait le développement des radicelles et en obstruerait les pores. Mais, en dehors de ce cas, la présence de l'acide carbonique dans l'eau est une des causes de l'heureuse influence que ce liquide exerce sur la végétation.

Si l'eau, en traversant l'atmosphère, entraîne de l'acide carbonique, elle doit aussi entraîner les autres matières solubles qui s'y trouvent suspendues. Je l'ai déjà dit : toutes les eaux pluviales, sans exception, renferment des chlorures, des sulfates, des azotates, des traces de phosphates et des sels ammoniacaux. Leur proportion n'est pas considérable et peut varier ; les pluies des pays voisins de la mer, tels que la Bre-

tagne, par exemple, entraîneront plus de matières salines minérales que les pluies de l'intérieur des continents, vu que l'évaporation de la mer est la source principale des substances salines de l'atmosphère.

Les sels des eaux pluviales s'ajoutent à ceux que les eaux dissolvent en pénétrant dans le sol, et communiquent à ces dernières les précieuses propriétés que rendent manifestes les effets des irrigations.

§ 12. **Différentes qualités d'eau.** — Les eaux de notre département (Ille-et-Vilaine) ne sont pas, en général, très-riches en matières salines. D'après les analyses faites par moi sur de nombreux échantillons, il est très-rare qu'un hectolitre d'eau de rivière en contienne plus de 12 à 15 grammes.

Les eaux de source sont, généralement, plus salifères que les eaux de rivière, et les eaux de puits le sont encore plus que celles de source. Il est difficile de fixer leur teneur moyenne ; mais on peut dire que plus les puits sont près des lieux habités et plus les sources sont alimentées par des eaux qui ont traversé différents terrains, plus grande est leur richesse en matières étrangères.

Pour plus de simplicité, ne parlons pas des eaux de puits, dont l'influence sur l'agriculture est trop peu de chose, et demandons-nous quelles sont les principales matières qui se trouvent dissoutes dans les eaux de nos rivières et de nos sources.

§ 13. **Substances dissoutes dans les eaux naturelles.** — On y trouve premièrement du carbonate de chaux (craie, calcaire) tenu en dissolution par l'acide carbonique, et du sel marin : leur somme dépasse

d'ordinaire celle de toutes les autres substances qui les accompagnent, parmi lesquelles figurent la silice, les nitrates, les sulfates à base terreuse et alcaline, tels que les sulfates de chaux (gypse) et de magnésie, les chlorures de potassium et de magnésium ; enfin, les matières organiques.

Lorsqu'une ou plusieurs de ces substances minérales se trouvent dans l'eau en très-forte proportion, elles peuvent lui communiquer des propriétés fâcheuses, autant pour les plantes que pour les animaux. Une eau très-chargée de carbonate ou de sulfate de chaux engorge les racines et intercepte le passage aux liquides nourriciers. Les eaux trop salées ne vaudraient pas mieux ; mais ne nous préoccupons pas de ces particularités qui ne regardent pas les eaux de notre département, dont les qualités fertilisantes dépendent principalement de la silice et des silicates alcalins que leur abandonnent les terrains granitiques et schisteux qu'elles traversent.

§ 14. **Moyens de reconnaître les eaux contenant des silicates, des nitrates et des matières organiques.** — Les eaux naturelles, qui tiennent en dissolution des silicates alcalins, sont les meilleures de toutes les eaux, vu qu'elles apportent aux plantes un des éléments les plus fertilisants, et agissent pour ainsi dire à la façon de la cendre. Il importe donc que l'on sache reconnaître une eau qui serait dans ce cas, pour qu'on la préfère à toutes les autres.

On évapore 2 ou 3 litres d'eau, soit dans une casserole étamée, soit dans un poêlon en porcelaine : lorsqu'ils seront réduits à quelques cuillerées, on

plongera dans le liquide restant une bandelette de papier dit de *tournesol rougi;* si l'eau est alcaline, elle bleuira le papier. A dire vrai, l'alcalescence de l'eau peut tenir à des causes autres que la présence d'un silicate de soude ou de potasse ; mais peu importe, toute eau alcaline sera toujours excellente pour la végétation.

La présence de nitrates dans les eaux est également fort avantageuse, car ces sels offrent de l'azote aux plantes. Si l'on avait à irriguer une prairie, et si l'on pouvait choisir l'eau, il faudrait toujours préférer celle qui contiendrait le plus de nitrates. Voici comment on comparera les eaux sous ce rapport : on évapore jusqu'à sec un demi-litre de chaque eau ; on aura ainsi plusieurs résidus, auxquels on ajoutera quelques fragments de couperose verte (sulfate de fer), en ayant soin de broyer et bien mêler avec un pilon : si l'on verse ensuite sur chaque mélange quelques gouttes d'huile de vitriol (acide sulfurique) bien pur, il se manifestera alors une teinte rosée, dont la plus intense indiquera la plus grande proportion de nitrate. Si l'on faisait les évaporations dans deux poêlons (capsules) à fond blanc, on n'aurait pas de peine à distinguer les intensités relatives des teintes, fussent-elles très-faibles.

Les matières organiques, à leur tour, communiquent aux eaux où elles se trouvent dissoutes des propriétés très-fertilisantes ; et lorsqu'elles sont accompagnées de nitrates, ce qui est le cas le plus ordinaire, elles agissent sur les racines, à la façon du fumier. Il importera donc d'apprendre à distinguer laquelle de plusieurs eaux dont on pourra disposer, en est la plus riche.

On évapore séparément et jusqu'à sec un litre de chaque eau ; on introduit chaque résidu dans une cuillère d'argent ou de fer battu, qu'on chauffera sur des charbons allumés : celui des résidus qui noircira le plus ou qui dégagera le plus l'odeur de corne brûlée proviendra de l'eau la plus riche en matières organiques.

Ces procédés n'ont rien de scientifique ; aussi n'est-ce pas aux chimistes que je les signale, mais aux cultivateurs qui n'ont guère de notions de chimie, et qui ne savent pas manipuler.

L'eau n'agit pas seulement par elle-même et par les substances qu'elle tient en dissolution, mais encore par celles qu'elle tient en suspension. Il y a des eaux qui sont naturellement troubles, tandis que d'autres ne le deviennent qu'à l'époque des crues. Si l'on connaissait la nature des substances qu'elles tiennent en suspension, on pourrait les utiliser à l'amélioration des terres. Le limon serait-il argileux ou calcaire, dans ce cas, l'eau pourrait servir avec succès à irriguer des sols sableux ; serait-il sableux, alors ce seraient les terres trop fortes qui pourraient être améliorées.

Dans quelques parties de la France, on est parvenu à transformer des terres au moyen du *colmatage*, opération qui consiste à inonder des terres, et à y laisser séjourner l'eau pendant un certain temps. Le dépôt qui se forme recouvre le sol d'une couche plus ou moins forte, suivant que le colmatage aura été plus ou moins renouvelé. Mais, je le répète, pour utiliser les eaux limoneuses, il faudrait connaître la nature des limons, car si, dans quelques cas, ceux-ci peuvent être utiles, dans d'autres ils peuvent être nuisibles.

§ 15. **Eaux potables.** — Il importe de ne pas confondre l'eau utile à l'agriculture avec l'eau que nous buvons. Une eau qui contiendrait beaucoup d'azotates et de matières organiques serait excellente pour la végétation ; mais elle ne serait pas des meilleures pour les usages de la vie. Et qu'on remarque bien que l'eau que nous ingérons n'étant pas seulement sous forme de boisson mais encore sous forme d'aliment, nous en absorbons une assez grande quantité dans l'espace de vingt-quatre heures. La qualité de l'eau ne peut donc pas être une chose indifférente pour nous : d'ailleurs, c'est un fait bien connu que quelques maladies sont occasionnées par la mauvaise nature de l'eau dont on fait usage.

L'eau que l'on préférera pour les usages domestiques doit être bien aérée, fraîche, limpide et sans odeur ; elle doit bien cuire les légumes, se prêter à de bons savonnages, et sa saveur ne doit être ni fade, ni salée, ni douceâtre ; lorsqu'on la fait bouillir pendant quelques minutes, elle ne doit pas se troubler, et lorsqu'au moyen de l'évaporation on en a réduit un litre au volume de quelques cuillerées, il faut qu'elle ne dégage pas l'odeur de vase. C'est de ce dernier caractère qu'il faut surtout se préoccuper, après qu'on a constaté tous les autres. L'odeur de vase dans une eau qui a été évaporée indique la présence d'une quantité assez forte de matières organiques ; or, ces matières, lorsqu'elles dépassent une certaine proportion, communiquent à l'eau des qualités insalubres.

L'absence de l'odeur de vase n'est pas toujours une preuve que l'eau contient peu de matières organiques. Il est aisé de s'en assurer par le moyen suivant :

On verse dans un décilitre d'eau à essayer assez de *chlorure d'or* dissous pour que le liquide prenne une légère couleur paille ; on le divise en deux parties, et on en fait bouillir une pendant plusieurs minutes. Après quelques heures, on comparera la couleur de la portion qui a bouilli avec la couleur de celle qui n'a pas bouilli. Si la première est devenue moins jaune, et, à plus forte raison, si elle a bruni, ce sera un signe que l'eau essayée n'est pas potable, quoiqu'elle cuise bien les légumes, dissolve bien le savon et ne sente nullement la vase.

Inutile de dire que les caractères de la potabilité des eaux sont invariables, peu importe que ces eaux soient destinées aux hommes ou aux animaux ! De ce qu'on a vu quelquefois des vaches piétiner le fond des mares où elles allaient se désaltérer, on en a conclu qu'elles préféraient les eaux troubles aux eaux limpides. Erreur ! Si les animaux, dans quelques cas, rendent eux-mêmes trouble l'eau qu'ils boivent, c'est qu'ils obéissent probablement à un instinct. On peut être sûr que, dans leur régime ordinaire, il leur manque quelque principe minéral, qu'ils vont chercher dans la vase.

§ 16. **Eaux des météores.** — Nous devons encore dire un mot de l'eau, considérée au point de vue météorologique.

La *rosée*, la *gelée blanche* et les *brouillards* ne sont que de l'eau. On ne se fait pas souvent une idée exacte de l'influence que quelques-uns de ces météores exercent sur la végétation : si l'on ne voyait jamais de brouillards ou de rosée, on ne se douterait pas que les

récoltes, à cause de leur absence, pourraient être amoindries.

Comment s'expliquerait-on, par exemple, que le blé, dont les racines ne descendent pas à une grande profondeur, pût résister à de très-longues sécheresses, sous un soleil brûlant ? Si, dans ces circonstances, le blé ne meurt pas, c'est que la rosée de la nuit vient détruire les effets des ardeurs du jour, et prolonge ainsi une existence qui autrement serait bientôt compromise. Il est vrai que la quantité d'eau qui se dépose sous forme de rosée est fort peu de chose ; en effet, Flaugergues, Raddi, Nacca, Gasparin, ont trouvé que dans les pays chauds, où la rosée est abondante, la couche d'eau, déposée en vingt jours de rosée, dépasse à peine l'épaisseur d'un millimètre. Cependant, lorsqu'en 1840, nos soldats cherchaient à incendier les récoltes des Arabes, ils ne pouvaient y parvenir avant huit heures du matin, tellement les blés étaient mouillés par la rosée. Ajoutons qu'avec la rosée il se dépose des matières organiques, qui ne manquent pas d'être utiles aux végétaux qui les absorbent.

Nous ne sommes pas exposés aux gelées blanches aussi souvent qu'on l'est dans les contrées méridionales. Ce léger voile vaporeux, qui ternit tant soit peu notre ciel breton, est une garantie de plus pour nos récoltes. En modérant le rayonnement, il empêche un trop grand refroidissement à la surface des corps terrestres et conserve à la rosée l'état liquide et son action bienfaisante.

N'envions pas trop la splendeur des climats du Midi ; s'ils ont une végétation précoce et un ciel ma-

gnifique, en revanche, le froid de leurs belles nuits compromet souvent les récoltes, qui se trouvent quelquefois recouvertes de gelées blanches, même au milieu de l'été.

Garcilasso de la Vega raconte que les Indiens, lorsqu'ils prévoyaient une gelée blanche, allumaient aux extrémités de leurs champs des tas de fumier, afin de troubler, par la fumée, la transparence de l'air, et se procurer ce voile brumeux dont la nature nous a enrichis.

Si nous avons peu de gelées blanches, nous avons beaucoup de brouillards; mais nous ne perdons pas au change.

Il y a des brouillards humides et des brouillards secs. Ces derniers, lorsqu'ils arrivent dans certaines saisons, sont très-dangereux pour les récoltes. On croit qu'ils occasionnent la rouille des céréales. Heureusement, nous n'en avons guère, tout le contraire du Midi, qui en a beaucoup.

Tant que les plantes ne sont pas voisines de leur maturité, elles n'ont rien à craindre des brouillards humides, qui leur offrent des principes nutritifs en plus grande quantité que l'atmosphère pure ne peut le faire. Il est rare que l'eau provenant d'un brouillard ne noircisse pas, lorsqu'on l'évapore à sec, après y avoir ajouté une goutte d'acide sulfurique; ce qui prouve que les brouillards tiennent en suspension des matières organiques. Au surplus, l'odeur de certains d'entre eux est encore une preuve qu'ils ne sont pas formés exclusivement d'eau pure.

Le 23 janvier 1854, Paris fut couvert toute la jour-

née d'un brouillard très-épais, qui obligea d'éclairer en plein jour l'intérieur des maisons. L'eau provenant de ce brouillard était limpide, mais d'une teinte ambrée. M. Boussingault y trouva la proportion énorme de 130 gr. d'ammoniaque par litre. Quel effet un pareil brouillard aurait produit sur des plantes herbacées !

Terminons par un mot sur l'eau considérée sous forme de pluie, abstraction faite de sa composition et de tout ce qui peut l'accompagner.

Toutes les terres qui ne sont pas baignées par des rivières, par des cours d'eau ou par des irrigations, ont besoin d'être baignées par des pluies; et pour que la terre se trouvât toujours dans un état convenable d'humidité, il faudrait, selon M. Gasparin, qu'elle ne retînt jamais moins d'un dixième d'eau à 30 centimètres de profondeur pendant les chaleurs de l'été, et jamais plus de 23 centièmes pendant la saison des pluies.

Si cette condition est indispensable, on voit combien il importerait de connaître la quantité totale d'eau qui tombe dans une année et le mode de sa répartition. On conçoit, en effet, que deux contrées où tomberait, dans le même laps de temps, la même quantité d'eau, pourraient se trouver dans des conditions fort différentes d'humidité, si, dans l'une d'elles, l'eau tombait à de longs intervalles par pluies torrentielles, tandis que, dans l'autre contrée, les pluies seraient légères, mais fréquentes.

Il est regrettable que, depuis longtemps et sur un grand nombre de points, on n'ait pas fait d'observa-

tions de ce genre, car on aurait, sur l'humidité réelle de différentes zones de la France, des notions plus exactes que celles qu'on possède aujourd'hui. On ne s'exposerait pas à cultiver des plantes là où elles ne trouveraient pas les conditions d'humidité qui leur seraient nécessaires.

CHAPITRE III.

TERRE ARABLE.

Sommaire. — 17. Composition essentielle de la *terre arable*. — 18. Analyse mécanique de la terre arable. *a*. Par lavage circulaire. *b*. Par lavage ascensionnel ou vertical. — 19. Constatation de l'humus dans les terres arables. — 20. Constatation du principe calcaire. — 21. Constatation des principales propriétés physiques des terres. a. *Imbibition*. b. *Perméabilité*. c. *Dessiccation*. d. *Densité*. — 21 *bis*. Propriétés absorbantes de la terre arable.

La terre étant le complément du milieu où vivent les plantes, elle doit être étudiée par nous au même point de vue sous lequel nous avons étudié l'air et l'eau.

§17. **Composition essentielle de la terre arable.** — La terre arable est composée essentiellement de *sable* et d'*argile*. Le délitement et la pulvérisation des roches en sont l'origine. Tout ce qui accompagne ces deux substances doit être considéré comme accidentel.

a. *Argile*. — L'argile est la partie la plus ténue et la plus plastique de la terre arable. La terre à pipe est de l'argile pure. La terre glaise est de l'argile impure. En nommant ces deux substances si connues, je donne une idée des principales propriétés de l'argile, à savoir :

corps très-divisé, faisant, avec l'eau, une pâte liante, absorbant et retenant l'eau avec avidité, et ne l'abandonnant qu'à une chaleur très-élevée; happant à la langue avec force, lorsqu'elle est assez cuite; infusible dans nos fourneaux, lorsqu'elle est pure. L'argile est composée d'alumine et de silice en proportions variables, quoique l'alumine n'y figure jamais au-dessous de 30 0/0. Enfin, l'alumine se compose d'un métal appelé *aluminium*, combiné avec de l'oxygène, et la silice est encore un composé d'oxygène et d'un métal appelé *silicium*.

b. *Sable.* — L'autre principe essentiel de la terre arable, le sable, varie beaucoup par sa composition, mais non par ses propriétés. Le sable, quelle que soit sa nature, est toujours maigre, c'est-à-dire ne fait point pâte avec l'eau; par conséquent, il n'est pas plastique; il est beaucoup plus lourd que l'argile; il abandonne l'eau avec autant de facilité qu'il s'en imbibe; ce qu'on appelle communément *grès*, donne une idée des propriétés du sable dont je parle.

Comme le sable des terres arables peut avoir beaucoup d'origines différentes, sa composition doit nécessairement varier. Aussi, entend-on souvent dire, sable quartzeux, sable granitique, sable calcaire, sable schisteux, etc., etc.; ce qui signifie : quartz, granite, calcaire, schiste, etc., etc., plus ou moins divisés, plus ou moins purs.

Par cet aperçu succinct on comprend qu'une terre est maigre lorsque le sable y abonde, et qu'elle est forte lorsque l'argile y est prépondérante; et, comme des proportions de ces deux principes dépendent cer-

taines propriétés importantes des terres, il sera utile d'apprendre de quelle manière on parvient à déterminer approximativement ces proportions.

§ 18. **Analyse mécanique de la terre arable.** — a. *Par lavage circulaire.* — On sèche une certaine quantité de terre au bain-marie. Pour cela, on fait bouillir de l'eau dans une casserole, qu'on recouvre avec une assiette où se trouve la terre. Après deux heures, la terre sera déjà assez sèche, surtout si l'on a eu le soin de la remuer. On en crible une livre à travers un tamis pour séparer le gravier, dont on tiendra compte, en le pesant; on introduit la terre tamisée dans une terrine, qu'on remplira d'eau; on imprime avec une baguette, un mouvement rotatoire rapide à l'eau, de manière que toute la terre se trouve entraînée dans le tourbillon et suspendue dans le liquide. Après quelques secondes de repos, on incline assez la terrine pour faire écouler la moitié ou les deux tiers de l'eau; cela fait, on remplit de nouveau la terrine, et on recommence la même opération, qu'on répétera autant de fois qu'il sera nécessaire pour que l'eau mise en agitation ne tienne en suspension que des particules de terre assez lourdes pour se déposer de suite et rendre le liquide transparent. Si, alors, on verse tout le liquide, et si on pèse le dépôt sableux, après l'avoir desséché, on saura dans quelles proportions se trouve le principe argileux qui a été entraîné par l'eau et le principe sableux qui est resté au fond de la terrine.

Exemple : 500 grammes de terre sèche ont donné par le criblage 64 grammes de gravier, et par le lavage 252 grammes de dépôt sableux.

On en conclut que 1,000 parties de cette terre renferment. ....

128	gravier.
504	sable.
368	argile.
1,000	

En faisant deux expériences comparatives sur deux terres diverses, on apprend laquelle des deux est la plus forte. Je me hâte de dire que, si l'on se limitait à un pareil essai pour préjuger la qualité d'une terre, on tomberait souvent dans de bien graves erreurs, car le principe argileux n'est pas toujours le même : premièrement, parce que deux argiles peuvent avoir la même composition et le même degré de finesse, et ne pas avoir la même plasticité ; secondement, parce que les parties légères, que l'on sépare par les lavages, ne se composent pas uniquement d'argile ; on y trouve des parties végétales, des parties calcaires, et même des parties sableuses extrêmement divisées, qui peuvent altérer les qualités propres de l'argile.

A mon avis, la *lévigation* (c'est ainsi que les chimistes appellent l'expérience dont nous parlons) n'est vraiment utile que lorsqu'on veut se faire une idée de la nature du principe sableux des terres pour en déduire la présence de quelques agents minéraux fertilisants. Un exemple va rendre plus claire ma pensée. Qu'on suppose deux dépôts sableux provenant de deux terres différentes léviguées. Un de ces dépôts est formé exclusivement de sable quartzeux, l'autre renferme en outre du mica et des fragments de feldspath. Eh bien! la terre à laquelle appartient ce dernier dépôt contiendra plus d'aliments de fertilité que celle dont le sable est formé entièrement de quartz, par la raison que

le mica et le feldspath, principes constitutifs du granite, se décomposent spontanément et abandonnent à la terre plusieurs de leurs principes, parmi lesquels figurent la potasse et la soude. Or, ces deux substances sont des principes fertilisants assez énergiques.

La lévigation étant donc fort utile, lorsqu'on veut se faire une idée des ressources qu'un sol renferme, il vaudrait la peine de s'y exercer ; ce qui serait aisé quand il s'agirait de terre de la Bretagne, dont le sable, le plus souvent, est granitique ou schisteux. Pour cela, on n'aurait qu'à pulvériser grossièrement du granite et du schiste, et en faire un mélange avec leur poids de terre glaise : en léviguant cette terre artificielle, on obtiendrait un sable dont les caractères, une fois bien étudiés, serviraient à reconnaître un sable analogue provenant d'une terre naturelle. Ainsi, on apprendrait à reconnaître l'origine granitique d'un sable qui contiendrait des paillettes de mica, reconnaissables à leur aspect brillant et satiné, et des fragments de feldspath, caractérisés par leur couleur laiteuse et mate ; l'origine schisteuse, on la découvrirait par l'aspect grisâtre de petits fragments lamellaires.

b. *Par lavage ascensionnel ou vertical.* — La méthode par lévigation ou lavage circulaire donne des résultats rarement concordants. Les écarts sont parfois considérables. Dans quelques cas cet inconvénient peut avoir de fâcheuses conséquences. On l'évite en adoptant la méthode de lévigation par lavage ascensionnel dont nous devons la connaissance aux publications de M. Masure.

Cette méthode consiste à introduire dans une al-

longe de verre ayant une capacité d'environ 200 centimètres cubes, et une hauteur d'environ 34, dix grammes de terre préparée avec des précautions particulières, que l'on fera connaître bientôt. Cette allonge soutenue verticalement au moyen d'une pince communique, par un tube en caoutchouc, avec un vase dit de Mariotte destiné à fournir l'eau qui lavera de bas en haut la terre contenue dans l'allonge : un siphon engagé dans le bouchon qui ferme la bouche de l'allonge, assure l'écoulement régulier de l'eau qui a traversé la terre soumise à l'expérience.

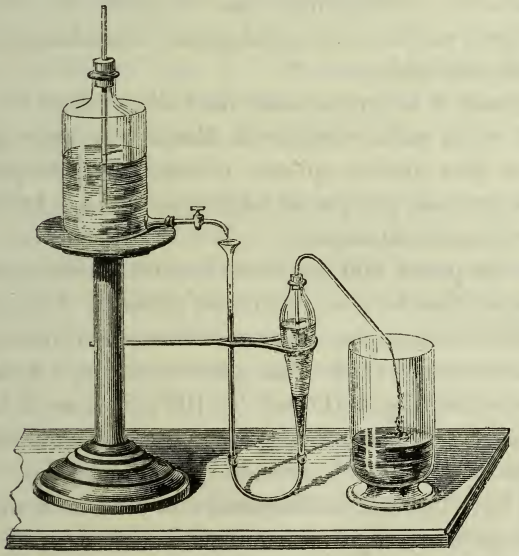


Fig. 1.

La figure ci-dessus représente l'appareil en place. Le choix et la préparation de l'échantillon de la

terre que l'on veut analyser exigent des soins que l'auteur décrit dans les termes suivants : « Pour former « un échantillon du sol, dit-il, on réunit en tas huit « ou dix pelletées de terre prises à la profondeur « d'un fer de bêche, dans un rayon de 2 à 3 mètres « autour du point choisi ; on prélève un kilogramme « environ de terre sur ce tas. »

« Pour se procurer les échantillons du sous-sol on « fait creuser un trou assez profond pour atteindre « une couche géologique bien déterminée, et on « prend des échantillons de 500 grammes environ à « diverses profondeurs, dans la partie du sol qui « repose sur la couche géologique elle-même, si elle « est perméable. »

Quant à la préparation de l'échantillon, il faut ôter « à la main, continue M. Masure, toutes les pier- « res plus grosses qu'une noisette. On les pèse à « un gramme près, et on les examine dans le but d'en « reconnaître la nature.

« On prend 100 grammes de terre séchée à l'air, « et on cherche à en retirer les graviers et les gros « débris organiques. Cette opération se fait très-com- « modément à l'aide d'un passe-bouillon, à fond de « toile métallique. On met les 100 grammes de terre « dans la passoire, et on y verse un courant d'eau ; « on délaie la terre avec une spatule, jusqu'à ce que « la terre fine soit entièrement détachée des graviers « et que ceux-ci paraissent très-bien lavés.

« Les graviers et les gros débris organiques restent « ensemble sur le passe-bouillon. Pour les séparer, « on renverse sens dessus dessous le passe-bouillon

« sur un bol ou sur une large capsule, et on en déta-
« che les graviers et les débris en jetant un peu d'eau
« sur le fond de la passoire renversée.

« En agitant l'eau du bol, les débris organiques
« surnagent, les graviers restent au fond. On enlève
« les débris organiques et, en répétant l'opération
« à plusieurs reprises, on parvient à les séparer assez
« complétement des graviers.

« On les fait sécher, on les pèse et on les examine.
« . . . . . La terre fine,
« qui a traversé le passe-bouillon, est tombée avec
« l'eau de lavage dans un grand bocal. . . dis-
« posé pour la recevoir. Lorsque la terre est dépo-
« sée, on décante l'eau et on transvase le dépôt dans
« une assiette. On le fait sécher au soleil ou dans un
« four, après la cuisson du pain, si l'on est pressé
« d'en faire l'analyse . . . . . .

« On ne doit pas prendre simplement la terre des
« champs, la faire sécher et la soumettre de suite à
« l'appareil de lévigation. Il faudrait alors tamiser
« la terre à sec sur le passe-bouillon, et une forte par-
« tie d'argile en mottes compactes échapperait à l'a-
« nalyse. On s'exposerait à des erreurs plus grandes
« encore en voulant, pour briser les mottes, pulvé-
« riser la terre dans un mortier ; on dénaturerait le
« sol en réduisant en poussière d'une ténuité argi-
« leuse le calcaire sableux qu'il contient.

« L'expérience pratique des analyses m'a fait
« reconnaître la nécessité d'opérer dans l'eau la sé-
« paration des graviers et de ne jamais employer le
« mortier. En suivant cette marche, les résultats

« numériques sont toujours d'une concordance re-
« marquable. »

L'auteur passe ensuite à la description de l'analyse de la terre au moyen de l'appareil de lévigation. La terre déposée, et à demi séchée dans l'assiette, est desséchée complétement à 100° (température de l'eau bouillante).

« . . . . . En même temps . . on
« dessèche les filtres (de papier) qui doivent servir
« à recueillir le sable et l'argile.

« On pèse les filtres et on enregistre leur poids.

« On pèse 10 grammes de terre.

« . . . . Il est important de peser la terre et
« les filtres encore très-chauds.

« On délaie les 10 grammes de terre dans un
« verre rempli d'eau. On y laisse détremper la terre
« jusqu'au lendemain. Il est bon d'agiter la terre de
« temps en temps avec une baguette de verre. . .

« On enlève le siphon de l'allonge et on y verse
« l'eau et la terre ; on rince le verre à plusieurs re-
« prises pour ne rien perdre, on remet le siphon et
« on commence l'écoulement.

« L'écoulement doit d'abord être très-lent ; l'eau
« ne doit tomber que goutte à goutte du siphon dans
« le récipient, afin que l'eau épaissie en quelque
« sorte par l'argile très-abondante, qu'elle tient en
« suspension, ne puisse pas entraîner de partie sa-
« bleuse. Bientôt l'eau qui coule du siphon devient
« plus claire, on peut alors augmenter la vitesse
« d'écoulement de manière à faire naître une petite
« veine liquide.

« . . . . La vitesse de l'écoulement ne doit « jamais dépasser celle qui serait nécessaire pour « remplir l'allonge en deux minutes. Par mesure de « précaution, on détermine une fois pour toutes la « profondeur à laquelle doit être enfoncé le tube « du vase de Mariotte pour que cette vitesse ne puisse « être dépassée, même lorsque le robinet est entière- « ment ouvert.

« . . . . . La lévigation est terminée lors- « qu'aucune parcelle de terre n'atteint plus le siphon.

« On enlève l'appareil et on le redresse, l'allonge « en haut et le tube renversé au-dessus d'un grand « verre. Le caoutchouc est tenu entre le pouce et « l'index, prêt à être pincé si l'écoulement était trop « rapide. Le dépôt sableux tombe dans le verre. . .

« Le sable est jeté sur un filtre. . . . . .

« Le lendemain, l'argile est déposée entièrement; « on décante à l'aide d'un siphon l'eau claire qui est « au-dessus du dépôt et on verse l'argile sur son « filtre.

« Les filtres bien égouttés sont séchés. . . et « pesés encore chauds.

« Leur excès de poids représente évidemment le « poids du sable et le poids de l'argile. La somme de « ces poids doit être égale à 10 grammes à quelques « centigrammes près. »

§ 19. **Constatation de l'humus dans les terres arables.** — Voyons quelles sont les substances qui, en bien moindre proportion, accompagnent les deux éléments principaux des terres arables. Par ordre d'importance, l'*humus* ou le *terreau*, et tout ce qui est

de nature organique, se présente le premier. On reconnaît l'humus en faisant bouillir une centaine de grammes de terre, par exemple, avec de l'eau tenant en dissolution quelques cristaux de soude (carbonate de soude), substance qu'on trouve à très-bon prix chez tous les droguistes; c'est de cette même soude que les ménagères se servent pour lessiver le fil qu'elles veulent blanchir.

Toute terre qui, bouillie pendant quelques minutes avec de la soude dissoute dans l'eau, communique au liquide une couleur brune plus ou moins intense contiendra de l'humus. Ici encore, si l'on procède par comparaison, en opérant sur deux terres différentes, on saura laquelle des deux est la plus riche en humus.

Néanmoins, il faut faire attention qu'il y a de l'humus que la soude ne dissout pas, de même qu'il y a dans les terres des détritus organiques ou végétaux qui ne sont pas encore passés à l'état d'humus.

Pour reconnaître l'ensemble de tout ce qui est de nature organique, il faut procéder ainsi : On prend 20 grammes de terre criblée et sèche, que l'on mêle intimement avec 50 à 60 grammes de litharge (protoxyde de plomb); on introduit le mélange dans un pot, que les chimistes appellent *creuset;* on le tasse, on le couvre avec un couvercle exprès, qu'on achète avec le creuset, puis on le chauffe dans un fourneau, de manière qu'il devienne et reste rouge environ pendant une demi-heure. En cassant le creuset, dès qu'il sera refroidi, on trouvera dans le fond un culot de plomb métallique dont on prendra le poids. Supposons que

20 grammes de terre en aient donné autant de plomb, on conclura qu'ils renferment 1 gramme 1/2 de matières organiques. On n'aura plus qu'à tenir compte des graviers, et à calculer la teneur de 100 parties.

Exemple : — 500 grammes de terre sèche ont laissé sur le crible 125 grammes de gravier et autres menues matières ; je divise 125 par 500, et j'ai pour 100 grammes de terre 25 de gravier. — 20 grammes de cette terre criblée m'ont donné 29 grammes de plomb. Si la terre n'avait pas été criblée, j'en aurais obtenu 1/4 de moins, savoir : 21,75 ; comme 13,3 de métal correspondent à 1 gramme de matière organique, les 21 grammes 75 correspondront à 1 gramme 635. En multipliant par 5 ce dernier nombre, j'aurai 8 grammes 175; par conséquent, 100 parties de la terre qui m'a servi d'exemple, contiennent 8 et 1/6 de matières organiques.

§ 20. **Constatation du principe calcaire.** — Un autre élément des terres, nécessaire à connaître, est le *calcaire* (carbonate de chaux). On en constate la présence en laissant digérer, pendant vingt-quatre heures, une vingtaine de grammes de terre sèche avec du vinaigre distillé, et étendu de cinq à six fois son poids d'eau. On filtre à travers du papier, et l'on verse sur la liqueur filtrée un peu de dissolution d'acide oxalique. S'il se forme un précipité blanc, c'est une preuve que dans la terre il y a de la chaux, qui probablement sera à l'état de calcaire, si, pendant l'action du vinaigre, on a vu une légère effervescence. Pour en savoir la quantité, on peut encore opérer de la même manière, en prenant la précaution de laver à plusieurs

reprises la terre après l'avoir séparée du vinaigre et en ajoutant à celui-ci les eaux de lavage. Le dépôt blanc produit par l'acide oxalique sera recueilli sur un double filtre de papier, où on le lavera plusieurs fois avec de l'eau pluviale bouillante. Le filtre, une fois desséché au bain-marie, sera dédoublé; celui qui contiendra le dépôt blanc sera placé sur un des plateaux d'une petite balance, et l'autre filtre sera mis sur l'autre plateau pour servir de tare. Le dépôt blanc dont on va connaître le poids est de l'oxalate de chaux, combinaison de chaux et d'acide oxalique. 100 parties de ce composé correspondent à 68 parties de calcaire pur; si donc on obtient 1/2 gramme d'oxalate de chaux pour 20 grammes de terre, on conclura que sur 100 parties, il y en a 1,7 de calcaire.

Dans la description de son procédé de lévigation, M. Masure indique le moyen, non-seulement de constater, mais de doser le principe calcaire des terres arables en même temps que le sable et l'argile. A cet effet, il engage à remettre dans leurs entonnoirs respectifs les deux filtres où se trouvent le sable et l'argile, et qui viennent d'être pesés, et à y verser de l'acide chlorhydrique étendu de 3 à 4 fois son poids d'eau, en continuant jusqu'à ce que toute apparence d'effervescence ait disparu. Alors on lave à l'eau pure, puis on sèche de nouveau les filtres et on en fait une nouvelle pesée. La diminution que chaque filtre aura éprouvée représente la quantité de calcaire contenue dans 10 grammes de terre.

Le moyen proposé par M. Masure offre le grand avantage de donner une idée du rapport entre le cal-

caire très-divisé, et celui qui est grossier, et dont l'action doit être nécessairement plus lente. Il est clair que le calcaire, qui se trouve dans l'argile, étant très-divisé, doit être plus actif que celui qui, sous la forme de gravier, fait partie du sable.

La terre arable renferme aussi de la magnésie, le plus souvent à l'état de carbonate ou de phosphate, dont le dosage et la constatation n'étant pas très-utiles, je me dispense d'en faire connaître les moyens pour les effectuer.

J'en dirai autant, mais pour un autre motif, des phosphates et de l'azote des sols. Quelque utile qu'il soit de savoir quelle proportion de ces substances se trouve dans un sol arable, le moyen pour y parvenir ne sera jamais accessible qu'à ceux qui ont l'habitude des manipulations chimiques et qui peuvent disposer d'un laboratoire.

Enfin, je ne parlerai pas non plus des moyens de doser le gypse (sulfate de chaux) et les matières salines solubles, car dans nos terres leur proportion est si faible, qu'il est inutile de s'en occuper.

En résumé, les deux principaux éléments des sols arables sont l'argile et le sable ; viennent ensuite les matières organiques, le calcaire, les phosphates de chaux ou de magnésie, et les sels plus ou moins solubles.

Il est certain que quelques propriétés très-importantes du sol dépendent de la composition de celui-ci ; mais je n'engagerai personne à s'en rapporter uniquement à cette donnée pour préjuger la valeur d'une terre.

Ainsi, la plus argileuse de deux terres sera théoriquement la plus forte et celle qui exigera une dépense plus grande de force pour être travaillée; elle sera aussi la plus humide et la moins facile à se dessécher; mais, dans le fait, il pourrait en être autrement, ne fût-ce qu'en vertu de l'influence du sous-sol. Une terre sableuse sera humide, si elle repose sur un banc d'argile, et une terre argileuse sera relativement moins humide, si elle repose sur un banc de sable.

Je crois que plusieurs expériences de cabinet, ayant pour but de faire connaître certaines propriétés physiques des terres, n'ont pas la valeur qu'on leur attribue, car l'échantillon sur lequel on opère se trouve soustrait à l'influence du sous-sol. Il n'en serait plus de même, si les expériences étaient faites avec des terres drainées. Alors il serait du plus haut intérêt de savoir, par exemple, laquelle de deux terres également bien drainées, 1° s'imbibe le plus ; 2° s'égoutte le plus facilement; 3° se dessèche le plus vite.

Voici les moyens très-simples qui peuvent servir à résoudre ce triple problème :

§ 21. **Constatation des principales propriétés physiques des terres.**

a. *Imbibition.* — Pesons deux entonnoirs bouchés par quelques graviers recouverts d'un peu de charpie humide. Introduisons dans chaque entonnoir 500 grammes de terre sèche, épierrée et provenant de deux champs différents et bien drainés; on tassera les deux échantillons de la même manière, autant que possible. Versons peu à peu de l'eau dans les deux entonnoirs jusqu'à ce que l'égouttage commence. Dès

que l'égouttage aura cessé, nous pèserons de nouveau. Le poids qui excédera celui de l'entonnoir et de la terre sera le poids de l'eau dont chaque échantillon se sera imbibé.

EXEMPLE :

	Terre A.	Terre B.
Poids de l'entonnoir avec son tampon de gravier.....	251	241
Poids de la terre sèche et épierrée...	500	500
Poids de l'entonnoir, de la terre et de l'eau.....	902	951

En retranchant des deux derniers poids collectifs, ceux de la terre et de l'entonnoir, on a pour l'eau de la terre A 150, et pour l'eau de la terre B 210 ; en divisant ces deux chiffres par 5, on a 30 pour la terre A, et 42 pour la terre B. Ce sera donc cette dernière terre qui s'imbibera le plus.

b. *Perméabilité.* — Qu'on place les deux entonnoirs, immédiatement après avoir été pesés, sur un récipient quelconque, et qu'on y verse de l'eau de manière à avoir dans les deux une couche surnageante de la même épaisseur, mais ne dépassant pas 1 à 2 millimètres ; qu'on marque, la montre à la main, l'instant où l'égouttage commence ; qu'on ait soin d'entretenir la couche d'eau avec la même épaisseur ; après une demi-heure ou une heure, selon que l'égouttage aura été plus ou moins rapide, qu'on pèse l'eau égouttée. Les deux poids mesureront la facilité relative avec laquelle les deux terres se laisseront traverser par l'eau.

Exemple : — L'entonnoir A, en 42 minutes, a laissé passer 38 grammes d'eau ; l'entonnoir B, dans le même laps de temps, en a laissé passer 27. En divi-

sant 27 par 38, on a 0,71 ; par conséquent, si la faculté d'égouttage ou la perméabilité de la terre A est 100, celle de la terre B est 71.

c. *Dessiccation.* — Après avoir rectifié le poids des deux entonnoirs, qu'on les suspende dans une pièce où ils trouveront les mêmes conditions de température et de ventilation. On les pèsera de nouveau tous les jours, jusqu'à ce que leur poids reste à peu près invariable. Celui des deux échantillons qui contiendra le moins d'eau sera le premier dont le poids deviendra constant, et, par conséquent, il sera le plus prompt à se dessécher. Cependant, la rapidité de la dessiccation n'est pas exactement en raison inverse de la quantité d'eau ; car si l'on divise l'eau que deux échantillons de terre ont laissée s'évaporer, pour atteindre la dessiccation, par les temps employés à l'évaporation, on n'aura pas le même quotient. Un exemple va le prouver.

La terre de l'entonnoir A, qui contenait 150 gr. d'eau au commencement de l'expérience, en a perdu 88 en six jours, pour arriver à l'invariabilité du poids. La terre B, qui contenait 250 d'eau, en a perdu 150 en onze jours, pour arriver au même point ; mais 88 divisé par 6 donne 14,66, et 150 par 11 donne 13,63. En supposant que la même quantité d'eau tombât sur nos deux terres, celle marquée B serait la plus lente à se dessécher dans le rapport de 107 à 100, et en les considérant comme complétement imbibées, le rapport deviendrait 183 à 100.

En résumant les expériences faites sur les deux terres A et B, on aura :

Eau absorbée par 100 parties de terre sèche.		Perméabilité.		Dessiccation des terres imbibées.		Dessiccation des terres également humectées.	
A	B	A	B	A	B	A	B
30	42	100	71	100	183	100	107

D'où l'on conclura que la terre A s'imbibera plus tôt que la terre B; que pendant les longues pluies, cette dernière sera plus noyée que la première ; que, les pluies cessées, il lui faudra plus de temps pour revenir à son état normal ; enfin, qu'une légère pluie donnera plus de fraîcheur à la terre B qu'à la terre A. Que d'avantages un agriculteur tirera de ces données, si faciles à acquérir ! mais, je le répète, elles n'auront de valeur qu'autant que les deux terres seront également drainées; car une terre placée dans un entonnoir ou dans un pot à fleur peut être considérée comme telle, attendu qu'elle laisse facilement écouler l'eau et circuler l'air.

d. *Densité.* — Il est une propriété physique toujours utile à connaître, peu importe que les terres soient ou non drainées : c'est la *densité*. La terre qui, sous un même volume, pèsera le plus demandera plus de force pour être transportée ou pour être labourée. Voici le procédé à l'aide duquel on acquiert cette notion.

On remplit d'eau de pluie un flacon d'un décilitre, et on le pèse après l'avoir bien essuyé. Supposons que son poids soit de 200 grammes. On introduit 30 grammes de terre sèche et épierrée dans le même flacon, dont la moitié de l'eau aura été enlevée d'avance. Une fois la terre introduite, on agitera pour que toute motte disparaisse et pour que l'air interposé dans la terre sorte. On laisse reposer, et puis on remplit

le flacon avec de l'eau ; on le bouche et on le pèse de nouveau.

Admettons que le nouveau poids soit 218 grammes. Les 12 grammes qui manquent représentent l'eau qui a été remplacée dans le flacon par la terre. Par conséquent, la place qu'occupent 30 grammes de terre était occupée par 12 grammes d'eau. Si l'on divise 30 par 12, on aura 2,5 pour densité de la terre ; ce qui veut dire que, sous le même volume, la terre essayée pèse deux fois et demie plus que l'eau.

Ce procédé est fort grossier, mais il est suffisant pour les besoins de l'agriculture.

Voici un autre procédé qui est encore moins exact que le précédent, mais qui, pour la pratique, est beaucoup plus utile.

La densité, déterminée par le procédé que nous venons d'exposer, est celle de chaque particule; mais, dans le fait, un mètre cube de cette terre ne pèsera pas 2,500 kilogrammes, attendu que, entre les particules, il y a des interstices qui augmentent le volume de la masse et diminuent le poids du mètre cube.

Pour avoir une densité qui se rapproche le plus de la densité pratique, on prend une éprouvette à pied (cylindre de verre pouvant se tenir debout tout seul). On y verse 250 grammes d'eau, qui équivalent, comme on sait, à 250 centimètres cubes ou à 250 millièmes de litre. En faisant une marque au niveau de l'eau, on aura une jauge d'un quart de litre. On jette l'eau, on essuie l'éprouvette et on y introduit peu à peu la terre, dont on veut constater la densité, de façon que, sans trop tasser les diverses couches, elles se suc-

cèdent sans laisser de vide, et comme horizontalement. On dépassera quelque peu la marque de jauge ; puis on introduira dans l'éprouvette un mandrin d'égal diamètre, chargé d'un poids d'un kilogramme. Après quelque temps, on ramènera la terre à affleurer la jauge, puis on la pèsera. En multipliant par quatre le poids trouvé, on aura le poids d'un litre de terre, et, par conséquent, du mètre cube. Si la terre introduite dans l'éprouvette jaugée pèse 320 grammes, le litre pèsera 1 kilogramme 280, et le mètre cube 1,280 kilogrammes. Lorsqu'on veut suivre ce procédé, il faut opérer sur la terre à son état normal, et ne pas la sécher.

§ 21 *bis*. **Propriétés absorbantes de la terre arable.** — Quand on filtre du purin sur de la terre, on obtient un liquide incolore dépourvu de toute mauvaise odeur et de presque tous les principes fertilisants qu'il tenait en dissolution; cette expérience importante fut faite pour la première fois par MM. Huxtable et Thompson en 1848 et servit de point de départ à une multitude d'autres expériences faites par d'habiles chimistes et par lesquelles il fut démontré que la terre arable jouissait de la remarquable propriété d'absorber et de fixer la plus grande partie des substances indispensables au développement d'un végétal, lorsqu'elle était mise en contact plus ou moins prolongé avec des dissolutions de ces mêmes substances, soit à l'état libre soit à l'état de combinaison.

Ainsi l'azote sous une forme soluble quelconque (nitrate, ammoniaque ou substance organique), la potasse, et la soude, la chaux, la magnésie, l'acide phos-

phorique, l'acide silicique, l'oxyde de fer, pourvu qu'ils soient dissous, sont absorbés par la terre arable, et soustraits de cette manière à leur véhicule dissolvant.

Ce qui doit attirer le plus l'attention dans ce phénomène, c'est que la propriété absorbante du sol s'exerce principalement sur les substances fertilisantes, et point ou très-peu sur celles dont les plantes peuvent se passer. M. Way, ayant fait digérer séparément de la terre arable dans de l'eau de rouissage et dans de l'eau d'égout, obtint par filtration deux liquides qui ne contenaient plus trace ni de matières organiques azotées, ni d'acide phosphorique, ni de potasse, ni de magnésie, tandis que les autres principes, de beaucoup moins importants que les précédents pour la végétation, n'avaient subi qu'une absorption partielle et pour quelques-uns presque insensible.

De son côté, M. Liebig a montré que le phosphate de chaux et le phosphate ammoniaco-magnésien, qui figurent parmi les engrais les plus actifs, ont été entièrement absorbés par le sol dès qu'on les lui a présentés tenus en dissolution dans l'eau à la faveur de l'acide carbonique.

En présence de ces faits on a cru pouvoir conclure que les engrais sont présentés aux plantes sous une forme spéciale, et qu'en raison de l'insolubilité des nouveaux composés déterminés par le pouvoir absorbant du sol, il doit exister dans les racines une force spéciale qui leur permet de choisir et de s'assimiler les substances qu'elles ne peuvent plus puiser dans une dissolution. Mais M. Brustlein a montré que si la terre arable jouit, dans certaines circonstances, de la pro-

priété de soustraire à l'eau la plus grande partie des principes fertilisants, dans d'autres circonstances, elle lui en cède au contraire une certaine proportion. Aussi l'ammoniaque par exemple, qui a été absorbée par la terre, jouit-elle d'une grande stabilité tant que la terre reste sèche; mais il n'en est plus ainsi dès que l'eau intervient.

Il paraît donc probable, et les plantes aquatiques semblent le prouver, qu'en définitive les plantes choisissent la majeure partie de leurs éléments dans des solutions très-étendues, de sorte que la propriété absorbante de la terre doit être considérée comme un moyen providentiel dont la nature se sert pour prévenir la dispersion des aliments des plantes plutôt qu'un fait contraire aux plus belles lois de l'alimentation végétale.

CHAPITRE IV.

PRÉPARATION DES TERRES.

Sommaire. — 22. Constitution immédiate du *sol cultivé*. — 23. *Sol actif*. — 24. *Sol inerte*. — 25. *Sous-sol*. — 26. *Couche imperméable*. — 27. Utilité des labours profonds. — 28. La préparation des terres ne peut être complétée que par le drainage. — 29. Différente répartition de l'eau dans les terres drainées et dans les terres non drainées. — 30. La température des terres drainées est plus élevée que celle des terres non drainées. — 31. Les terres drainées sont les plus faciles à travailler. — 32. Perméabilité des terres drainées. — 33. Les terres drainées sont les plus fertiles. — 34. Heureuse influence du drainage sur le climat de l'hygiène publique.

On enterre une graine dans un endroit le plus inculte; plus tard, à cette même place, on trouve un arbre. D'où vient la matière de cet arbre, dont le poids

peut être plusieurs millions de fois plus grand que celui de la graine? Comme cette plante, sous la main du chimiste, ou bien encore sous l'action décomposante du temps, se résout définitivement en acide carbonique, eau, ammoniaque et matières terreuses, il est permis de croire qu'elle a emprunté ses principes constitutifs à l'air, à l'eau et à la terre.

Si les choses se passent ainsi, pourquoi les engrais sont-ils nécessaires à nos plantes cultivées? C'est que la plus grande partie des cultures étant destinées à nourrir l'homme, elles sont modifiées par sa main; dès lors, elles réclament des conditions que la nature ne peut plus leur offrir.

Qu'on remarque bien que l'arbre, que j'ai pris comme exemple, n'a pas grandi exclusivement et directement aux dépens de l'air, de l'eau et de la terre, mais aussi aux dépens de certaines parties de lui-même, qui l'ont périodiquement abandonné. Tous les ans, à l'automne, ses feuilles tombent à ses pieds, où elles pourrissent; leurs principes métamorphosés pénètrent, grâce aux pluies, dans le sol, où ils deviennent de l'humus, que les racines absorberont pour en faire un aliment de la plante. Si les feuilles avaient toujours été enlevées par les vents, de deux choses l'une, ou l'arbre aurait mis un temps plus considérable à grandir, ou bien il n'aurait jamais atteint d'aussi colossales dimensions.

On le voit: l'eau et la terre ne suffisent pas à une végétation rapide et, à plus forte raison, à une végétation anormale destinée à satisfaire les exigences de l'homme civilisé.

L'exemple de l'humus, qui accélère la végétation naturelle, dit assez que l'engrais le plus en harmonie avec les besoins des cultures est le fumier ; car le fumier n'est que de la matière végétale métamorphosée.

En effet, si, pendant un mois, on analysait tout ce qu'un bœuf adulte exhale par la peau et les poumons ; tout ce qu'il émet sous forme de déjection ; si l'on tenait compte de la graisse qu'il accumule dans ses organes pendant ce temps, on trouverait tous les éléments des rations qu'il aurait absorbées dans ce même mois, plus la portion d'oxygène qu'il aurait empruntée à l'air pour respirer. Il est évident que les déjections liquides et solides du bétail ne sont, à vrai dire, que des plantes métamorphosées, et que, offertes aux racines sous forme de fumier, elles se métamorphosent encore pour redevenir des plantes. D'après cela, quel engrais serait plus efficace que le fumier ? Quel autre engrais que le fumier apporterait au sol tous les éléments constitutifs des récoltes ?

Assez de ces considérations préliminaires qui m'amènent naturellement à parler des moyens les plus propres à augmenter et hâter l'action fertilisante du milieu dont nous nous sommes déjà occupés. Je devrais d'après cela commencer par le fumier, qui est aux plantes cultivées ce que l'humus est aux plantes sauvages ; mais un engrais agit autant par sa propre nature que par certaines conditions que nous ne connaissons pas encore, et dont nous allons nous occuper.

§ 22. **Constitution immédiate du sol cultivé.** — Il

faut voir, dans un champ cultivé : 1° la partie supérieure, qui est le siége des cultures, le réservoir de tous les principes fertilisants, et dont l'épaisseur varie suivant la profondeur des labours ; 2° la partie qui, n'étant pas atteinte par les labours, ne renferme que peu d'engrais proprement dits, mais dont la composition minérale ne diffère pas de la couche qui la recouvre ; son épaisseur varie, et quelquefois elle est nulle : tel est le cas des champs à couche arable très-mince ; 3° le sous-sol, qui commence dès que la terre offre une composition minérale différente de celle des couches supérieures ; 4° enfin la couche imperméable, au-dessus de laquelle se trouve l'eau souterraine, stagnante, ou courante, selon la configuration des différentes couches constituant le terrain. La première et la dernière de ces couches ne manquent jamais : supposons, pour le moment, qu'il en soit de même des deux intermédiaires, et, pour plus de facilité, donnons avec M. de Gasparin le nom de *sol actif* à la couche supérieure, et appelons *sol inerte* la seconde couche.

§ 23. **Sol actif.** — Depuis que les hommes font de l'agriculture, ils labourent la terre. Il serait donc inutile de démontrer la nécessité de cette pratique ; je dirai seulement ce qui doit se passer dans une terre labourée, pour que tout l'effet qu'on s'en promet se réalise.

Si, par les labourages, on ne se proposait que de faciliter les semailles, un labour superficiel serait suffisant, et les engrais déposés à la surface du sol à peine remué sembleraient devoir assurer la récolte ; mais il n'en est rien, on le sait.

Si l'on déposait tous les engrais à la surface du sol, une grande partie de leurs principes retournerait dans l'air, et ce ne serait qu'à la faveur des pluies et du temps qu'une autre partie pénétrerait dans la terre.

Les engrais enfouis enrichissent la couche du sol où se développent les racines ; mais, pour qu'ils soient absorbés par celles-ci, il est nécessaire qu'ils éprouvent l'influence de l'air, de l'humidité et de la chaleur. Le fumier, par exemple, ne peut être vraiment utile que lorsque sa partie végétale est passée à l'état d'humus, lorsque ses parties salines ont été dissoutes par les eaux, lorsque son azote, par suite d'une sorte de fermentation, est passé à l'état d'ammoniaque ou de nitrate ou de fumate. Or, ces transformations ne se réalisent que par l'action de l'air, de l'eau et de la chaleur. En remuant la terre on la rend plus perméable à ces trois agents, qui, après tout, ne sont pas seulement nécessaires au fumier, mais aux racines elles-mêmes. Ces appareils, pour exercer leurs fonctions, ont besoin d'air, d'humidité et de chaleur ; et, comme beaucoup d'entre eux pénètrent dans le sol en s'éloignant du point où ils ont pris naissance, il importe que tout ce qui doit contribuer à les faire fonctionner descende autant qu'eux. De là la nécessité que le labour ne soit pas superficiel.

Le labour n'agit pas seulement par les engrais qu'il enterre, mais il en fait naître lui-même.

Les principes minéraux que les plantes s'assimilent leur sont offerts par les eaux pluviales, par les engrais et par la terre : ils se forment par suite de décompositions éprouvées par certains principes con-

stitutifs du sol. Ces décompositions, toujours lentes, sont déterminées et hâtées par l'air et par l'eau : par l'air, en vertu de son oxygène et de son acide carbonique; par l'eau, en vertu de sa double action chimique et mécanique. En effet, une des sources principales des alcalis et de la silice des terres arables, est la décomposition des roches feldspathiques ; mais la décomposition doit être précédée par la désagrégation. Or, celle-ci est grandement accélérée par le gel et le dégel : voilà comment l'eau, en passant tour à tour de l'état solide à l'état liquide, exerce une action mécanique sur les terres et, en les divisant, facilite les décompositions, dont les produits sont des matières fertilisantes.

Lorsqu'on dit que les gelées d'hiver engraissent, ou mûrissent la terre, on fait allusion, sans s'en douter, à ce dernier fait ; il n'y a qu'une différence de langage; l'idée est la même.

L'introduction de l'air dans les couches profondes de la terre arable a encore pour résultat d'engendrer des nitrates, surtout dans les terres légères et quelque peu calcaires, et d'introduire ainsi une substance azotée très-fertilisante, dont le principe le plus actif, l'azote, est en partie du moins fourni par l'air.

Les conditions qui concourent à ce résultat remarquable sont, en outre de l'air, l'humidité, la porosité, la présence des alcalis.

Puisqu'une des principales conséquences des labours est l'accès facile des agents atmosphériques dans la couche active du sol, la manière de labourer ne peut pas être indifférente. On voit combien grave est la question de la forme des charrues; mais il ne m'appar-

tient pas d'aborder un pareil sujet : seulement, je ferai observer que deux terres d'égale nature, également fumées, labourées et ensemencées, ne donneront pas la même récolte, si elles ont été préparées avec deux charrues différentes ; la récolte la plus abondante correspondra à la charrue la mieux faite, et cet instrument s'approchera toujours de la perfection, lorsque, par la mobilité et la disposition de son versoir, il amènera la terre à présenter à l'air le plus de surface possible.

Il ne m'appartient pas non plus de parler de la meilleure forme à donner aux labours, quoique mon sujet s'y rattache ; mais, sans me livrer à aucune démonstration, j'établirai, en passant, que le labour en planches est encore le meilleur. Tous les cultivateurs, que les préjugés n'égarent pas, sont forcés de convenir qu'un pareil labour, fait avec des instruments convenables, est plus productif, plus économique, et plus prompt ; il est plus productif, car il donne de meilleures récoltes ; il est plus économique, car il exige une moindre dépense de force ; il est plus prompt, puisqu'il demande moins de temps pour être effectué. Aujourd'hui, on ne peut justifier le labour en sillons que sur les terres très-peu profondes, à sous-sol imperméable et à humidité constante en hiver.

§ 24. **Sol inerte.** — La théorie chimique des labours du sol actif rend facile à comprendre celle des *labours profonds*.

Le piétinement des animaux de labour et la pression du sep de la charrue rendent de plus en plus compacte le sol inerte ou la seconde couche ; mal pénétrée par

l'air, elle en profite peu. Néanmoins, à la longue, elle se trouve enrichie des principes fertilisants que les eaux lui ont apportés, après avoir traversé la couche supérieure ou le sol actif. La seconde couche peut être considérée comme un réservoir qui renferme ce qui échappe sans cesse à la couche labourée, et comme les racines n'y pénètrent guère, sa fertilité va toujours en augmentant.

Si l'on suppose que la terre dont sont formées les deux premières couches soit foncièrement bonne, on trouvera toujours un grand avantage à rendre, par des labours plus profonds, accessible aux racines le sol inerte, ou bien à mêler celui-ci avec le sol actif, pour en rendre l'épaisseur plus considérable. Dans les deux cas, on utilisera les principes fertilisants, qui se sont accumulés peu à peu dans le sol inerte ; mais il n'en serait pas de même, si la terre était foncièrement mauvaise et qu'elle ne fût devenue fertile qu'à force de fumures. Dans ce cas, les labours profonds n'auraient d'autre résultat que de diminuer la valeur de la couche active, et, au lieu d'avoir, par exemple, 20 centimètres de terre passable, on en aurait 30 de terre mauvaise.

On le voit : quoiqu'il soit utile, en principe, d'avoir de quoi augmenter l'épaisseur du sol actif, il y a des cas où l'existence du sol inerte est désavantageuse. Quelques exemples le prouveront. Soit une terre glaiseuse et très-froide, qui pour être réchauffée à un tiers de son épaisseur, exige des amendements coûteux ; si cette terre repose sur un sous-sol de nature calcaire, il vaudrait mieux pour elle que le sol inerte n'existât

pas ! Si l'épaisseur totale de la terre glaiseuse avait été beaucoup moindre, on aurait pu l'amender, à moins de frais, par un défoncement du sous-sol calcaire.

Une forte épaisseur du sol inerte peut être tantôt profitable, tantôt pernicieuse : qu'il ait une épaisseur de 2 à 3 mètres, ce sera excellent, s'il repose sur un sous-sol de mauvaise qualité, ou si l'eau souterraine est très-basse, car, par des labours profonds, on peut permettre aux racines pivotantes d'aller chercher elles-mêmes l'humidité qui leur est nécessaire ; qu'il ait une épaisseur un peu plus grande qu'un mètre et qu'il repose sur la couche imperméable ou sur une couche filtrante abreuvée d'eau, ce sera fâcheux, vu que l'épaisseur est trop forte pour transmettre l'humidité du fond à la surface, et elle n'est pas assez forte pour permettre la culture des plantes à racines très-longues et pivotantes.

Mais dans les bonnes terres, et principalement dans les alluvions, un sol inerte d'une bonne profondeur est une chose très-utile.

§ 25. **Sous-sol.** — Pourquoi nos cultivateurs se préoccupent-ils si peu du sous-sol de leurs domaines? Cependant, rien ne serait plus utile que de faire le contraire. Exemple : supposons une terre pierreuse, formée de gravier grossier ; sa culture serait ruineuse ; mais elle a un sous-sol limoneux formé par d'anciennes alluvions. Eh bien ! cette terre deviendra très-productive, si l'on y fait des plantations. Ces plantations sembleront souffrir jusqu'à ce que leurs racines aient franchi la couche graveleuse ; mais, dès qu'elles atteindront le sous-sol limoneux, on les verra

prendre un développement remarquable. Si, en ignorant la nature du sous-sol, on avait tenté une culture quelconque sur une pareille terre, on aurait beaucoup dépensé avec peu de profit.

On a une terre mouillée en hiver et sur laquelle, en été, les plantes se rabougrissent et se dessèchent comme si l'eau leur manquait ; si l'on savait que cette terre repose sur une couche d'argile, on la considérerait comme maudite ; mais si, en poussant plus loin l'examen, on découvrait que la couche d'argile est très-mince, on n'aurait plus qu'à la rompre, et cette terre serait transformée.

Il peut arriver que le sol graveleux très-mince recouvre une couche de cailloux agglutinés par un ciment ferrugineux ou calcaire. Les cultures n'y réussissent pas plus que les plantations. Si, au lieu de se borner à constater la cause de la stérilité d'une pareille terre, on poussait l'examen plus loin ; si l'on découvrait que le sous-sol est très-mince, ne verrait-on pas tout de suite qu'en le rompant de manière à y permettre l'accès des racines, on pourrait déjà pratiquer des plantations ?

Dans certains endroits du département des Landes, on ne pouvait pas planter d'arbres, attendu que le sol était très-mince et que le sous-sol était une sorte de pouddingue que les racines ne pouvaient franchir. Aujourd'hui, dans ces mêmes endroits, on trouve des chênes magnifiques ; et pourquoi ? C'est qu'on s'est aperçu que le sous-sol formé par le pouddingue était mince, et qu'il recouvrait une couche perméable où les racines auraient pu pénétrer à leur aise. Alors on

l'a brisé avec une aiguille de mineur, et, dès ce moment, les arbres y ont pris racine d'une manière admirable.

Ces exemples prouvent que l'agriculteur qui saura si le sous-sol de son domaine est suffisamment filtrant, s'il est d'une nature meilleure ou pire que le sol, et quelle est son épaisseur, sera à même de réaliser des améliorations qui échapperont à ceux qui ne s'occupent que du travail routinier de leurs terres.

§ 26. **Couche imperméable.** — Je ne parlerai pas longuement de la couche imperméable ou du réservoir d'eau, car les labours, qui sont notre principal sujet, ne peuvent l'atteindre que dans quelques cas exceptionnels. Je dirai néanmoins que l'influence exercée par cette partie du sol sur la destinée d'une exploitation est loin d'être insignifiante. C'est de sa profondeur surtout qu'il faut se préoccuper, lorsqu'il s'agit de faire l'acquisition d'une terre.

Quand la couche imperméable d'un sol n'est pas très-profonde, lorsque les eaux qu'elle supporte sont vives et aérées, lorsque, entre elle et la surface, il n'existe pas de couches intermédiaires qui arrêtent la marche descendante des racines, on y verra toujours une végétation luxuriante, qui prédira la prospérité de l'exploitation.

A moins de sondages et de travaux qui ne sont pas à la portée de tous les cultivateurs, il est assez difficile, par quelques coups de bêche, ainsi qu'on le fait ordinairement, d'apprendre à connaître la nature des couches inférieures d'un sol. Mais une observation très-simple peut donner des indications suffisantes.

Il faut se défier des terres où les arbres se couvrent de mousse. Sur les terres ou trop humides ou trop sèches, la tige des chênes et de tous les arbres qui viennent sans être plantés ne monte pas haut, et les branches s'étendent comme un parasol ; ce qui tient à ce que la grosse racine qui s'enfonce pourrit ou sèche, suivant qu'elle trouve ou une trop grande humidité, ou une trop grande sécheresse.

§ 27. **Utilité des labours profonds.** — Ce que nous venons de dire sur les couches labourables, rend évidente cette vérité que le fumier, pour produire tout son effet, doit trouver une terre profondément labourée. On peut affirmer qu'en général les cultivateurs pauvres abondent là où l'on gratte la terre, et que partout où on la retourne profondément les cultivateurs sont presque tous aisés.

Malheureusement, il existe des préjugés. De ce qu'on a vu quelquefois des récoltes manquer après des labours profonds, on en a conclu qu'ils sont pernicieux. On dit aussi qu'ils exigent trop de fumier, et que, par cela même, ils deviennent impraticables.

A part les cas où le sol inerte est vraiment de mauvaise qualité, ce qui revient à dire que le sol actif est lui-même mauvais, le plus souvent les récoltes échouent sur les labours profonds, parce que ceux-ci n'ont pas été faits avec prudence. D'ailleurs, on peut labourer profondément sans renverser la terre, et même sans se servir de la bêche. Qu'on ait à cet effet une charrue qui entre bien, et qu'on la fasse suivre par une autre qui fouille la terre dans la raie ouverte par la première, et à laquelle on aura enlevé l'*épaule*

ou le *versoir*, on obtiendra ainsi un défoncement de 30 à 40 centimètres sans renverser la terre et sans beaucoup de frais.

La saison des labours profonds est l'automne, vu que la terre ramenée au dessus a le temps de se bonifier par les gelées et la neige.

De plus, les semailles, surtout sous raie, ne doivent jamais être faites sur de pareils labours, car le fumier se trouverait trop enfoncé et ne profiterait pas aux nouvelles racines qui se forment au printemps, un peu au-dessous du collet des plantes.

Ce genre de labour est utile pour les choux, les betteraves, les carottes, dont les racines s'enfoncent profondément; il convient aussi aux pommes de terre, dont le rendement devient alors considérable.

C'est l'oubli de ces règles, et non le défaut de fumier, qui fait souvent manquer les récoltes de céréales sur les labours profonds. Comment en serait-il autrement? On défonce et on sème, sans attendre que la terre se soit ameublie sous les influences climatériques. Alors, les graines lèvent mal, non par défaut de fumier, mais parce que la terre n'est pas assez bien préparée pour les recevoir; si, au lieu de semer du blé, on avait planté des racines, le fumier aurait été suffisant.

C'est vrai qu'il ne faut pas trop enterrer le fumier; mais qu'il en faille davantage, c'est une erreur : au contraire, d'après ce que nous venons de dire sur les labours profonds, les racines se trouvant dans de meilleures conditions qu'avec un labour mince, elles doivent mieux profiter des engrais, et, par rapport

à la récolte, la quantité relative du fumier employé sera moindre.

Soyons-en convaincus, il ne faut pas plus de fumier sur un défoncement que sur un léger labour, et la récolte sera toujours bonne, si l'on n'enterre pas trop le fumier et si l'on n'y met d'abord que des racines.

Le froment lui-même peut bien se trouver d'un bon labour; mais, pour ce cas particulier, il ne doit jamais être trop profond. Ainsi, les agriculteurs qui ont la détestable habitude de faire du blé deux fois de suite, ou encore trois fois en six ans, ne verraient pas à la troisième fois verser leur froment, et ils épuiseraient moins la terre, tout en ayant de meilleures récoltes, si, dans la préparation du sol, ils labouraient un peu plus bas, et s'ils donnaient, comme on dit, *du cœur* à la terre.

Un exemple, rapporté par M. Jamet, achèvera de nous édifier sur les bons effets des labours profonds. Un propriétaire de sa connaissance, voulant prouver à son colon que les défoncements, pour être efficaces, n'exigent pas une plus grande quantité d'engrais, fit planter des choux poitevins dans une pièce de deux journaux, dont la moitié fut défoncée à ses frais à 2 pieds de profondeur; l'autre moité fut labourée comme à l'ordinaire et reçut dix charretées de fumier. La moitié de la partie défoncée reçut une égale fumure, c'est-à-dire cinq charretées; le reste n'eut rien qu'un hersage et un émottage. Au mois de septembre, au commencement de l'effeuillage, M. Jamet vit de ses propres yeux qu'il y avait plus

à récolter dans le quart de la pièce qui avait été fumée sur défoncement que dans tout le reste, et que le quart défoncé et non fumé devait fournir autant que la moitié du terrain labouré et fumé par le colon comme à l'ordinaire.

Cet exemple prouve que les fumures sur défoncement ne doivent pas être plus abondantes que les fumures ordinaires, et il prouve, en outre, que, dans quelques cas, un défoncement vaut une fumure.

Avant de passer à un autre sujet, je dois faire remarquer que tout ce que j'ai dit sur l'utilité des labours profonds ne doit pas être appliqué à toutes les situations. — Si en Bretagne, par exemple, une pareille pratique est très-bonne, il peut ne pas en être de même dans un autre climat. Je crois que si on labourait profondément en Sicile et en Afrique, on frapperait le sol de stérilité, et rien de plus.

Maintenant que nous avons fait la part du milieu dans les cultures, faisons celle des engrais.

§ 28. **La préparation des terres ne peut être complétée que par le drainage.** — Les soins les plus minutieux prodigués aux terres par le cultivateur, et les labours les mieux exécutés ne produiront jamais tous leurs effets qu'autant que le libre mouvement de l'eau et de l'air à travers ces mêmes terres sera assuré, ou, en d'autres termes, qu'autant que les terres ne renfermeront plus en elles-mêmes une cause permanente qui entravera l'heureuse influence que devraient exercer les soins et les labours. Cette cause permanente est une trop grande humidité et une trop faible aération. Aussi les agriculteurs

de tous les temps se sont-ils préoccupés de l'assainissement, c'est-à-dire de cette pratique qui a pour but de faciliter le mouvement de l'air et de l'eau à travers le sol.

On connaît plusieurs moyens d'assainir le sol ; le plus en faveur aujourd'hui est celui qu'on appelle *drainage* du mot anglais *drain* (*tranchée*, *égout*). Drainer un sol signifie pratiquer des tranchées ; on y établit des égouts pour que les eaux puissent s'en écouler facilement, et comme l'eau ne peut descendre dans la terre à une petite distance de la surface sans entraîner de l'air, drainer le sol signifie en définitive l'égoutter et le ventiler.

Il ne m'appartient pas de parler de la pratique du drainage, qui est décrite dans de nombreux ouvrages spéciaux ; mon but doit être d'expliquer comment et pourquoi les terres drainées s'améliorent, en acquérant une température plus élevée et en devenant plus faciles à travailler, plus perméables et plus fertiles : en un mot, le but que je me propose est de donner la *théorie du drainage*.

§ 29. **Différente répartition de l'eau dans les terres drainées, et dans les terres non drainées.** — Si la terre non drainée n'a pas un fond très-perméable, elle sera humide et souvent noyée ; tandis que la terre convenablement drainée ne pourra jamais se trouver dans ce cas, et ne contiendra normalement que la quantité d'humidité nécessaire pour se maintenir fraîche. Quelle en est la raison ?

La couche arable se compose de particules diverses, poreuses par elles-mêmes, qui, par leur entassement,

constituent un tout également poreux. Les pores propres aux particules sont très-serrés, et échappent, pour ainsi dire, à nos moyens ordinaires de mesure ; les pores formés par les interstices, provenant du contact imparfait entre les diverses particules, sont beaucoup plus grands ; ils forment un système de conduits, communiquant les uns avec les autres, d'un diamètre variable, mais toujours petit, vu la petitesse des particules qui les constituent.

Si l'on verse de l'eau sur de la terre, que nous supposerons sèche, une portion pénétrera dans les pores des particules, l'autre dans les pores interstitiels. Si l'eau, quoique abondante, ne peut pas s'écouler, la terre se trouvera noyée ; dans le cas contraire, l'eau des pores interstitiels s'en ira en grande partie, et l'eau qui a pénétré les particules restera : c'est cette dernière portion qui donnera de la fraîcheur à la terre ; celle qui se sera écoulée lui aurait donné de l'humidité.

Disons pourquoi l'eau des interstices s'écoule, et non pas l'eau contenue dans les pores des particules.

Quand on plonge dans de l'eau l'extrémité de tubes de verre ouverts, et à petit diamètre, mais non pareil, on voit l'eau s'y élever spontanément et atteindre des hauteurs qui seront d'autant plus grandes, que les diamètres seront plus petits. Qu'on retire les tubes, et l'on verra que la colonne d'eau, qui dépassait le niveau de la surface liquide, persistera dans les plus étroits ; ce qui prouve qu'il existe une force par laquelle les liquides semblent ne plus obéir à la pesanteur. Cette force, dite de *capillarité,* se manifeste

lorsque les liquides se trouvent resserrés entre des surfaces très-rapprochées.

C'est donc la force de capillarité qui empêche l'eau, dont les particules de la terre sont imprégnées, de s'écouler, ainsi que le fait l'eau des pores interstitiels. Ceux-ci sont trop larges pour empêcher l'écoulement, cependant pas assez larges pour que l'écoulement soit complet. Mais cette portion d'eau, que la capillarité maintiendra dans les interstices, sera naturellement fort éloignée de la surface.

Imaginons donc un sol perméable ou rendu tel par le drainage : n'est-il pas évident, d'après ce que nous avons dit, qu'on n'y trouvera d'eau surabondante qu'à une grande profondeur, ou tout au plus dans le voisinage des drains? Par conséquent, la portion d'eau que la capillarité maintiendra dans les interstices et qui constituera l'humidité, sera très-peu élevée au-dessus de la surface de l'eau surabondante inférieure.

Dans une terre drainée, la surface de l'eau inférieure surabondante, comprise entre deux drains, prend la forme d'une courbe dont le sommet sera plus ou moins élevé, selon la nature du terrain, la distance des drains et la profondeur à laquelle ils se trouvent placés. De sorte que l'eau surabondante, dans un champ drainé, a une surface ondulée qui rappelle un labour en planches bombées, tandis que la surface de cette même eau, dans un champ non drainé, est représentée par une ligne droite.

Qu'on suppose une terre à sous-sol imperméable et non drainée ; la surface de ses eaux surabondantes pourra se confondre avec la surface de la terre elle-

même; mais dans cette même terre, une fois drainée, la coïncidence des deux surfaces ne pourra plus avoir lieu ; tout au plus, si le drainage a été mal fait, ce ne sera que dans quelques points que la coïncidence sera possible : conséquence inévitable de la forme ondulée que prend la surface de l'eau surabondante dans les terrains drainés.

Voilà donc en quoi consiste la différence entre un sol drainé et un sol non drainé. Le premier ne peut jamais être imperméable, puisque l'écoulement des eaux y est assuré par la présence des drains qui y sont enfouis : en vertu de cet écoulement artificiel, le niveau général de l'eau surabondante s'abaisse, et la surface de celle-ci est représentée par une série de courbes dont les extrémités coïncident avec les drains. Le second, ou le sol non drainé, peut être noyé, attendu que le niveau des eaux surabondantes est parallèle au niveau de la terre, et les deux surfaces peuvent coïncider.

§ 30. **La température des terres drainées est plus élevée que celle des terres non drainées.** — Les terres drainées sont plus chaudes que les terres non drainées. Ce fait est prouvé par des observations méthodiques faites dans le Lancashire par M. Josiah Parkes.

Après avoir constaté que la température d'un sol tourbeux ne dépassait point 7°,8, à la profondeur de 9 mètres autant qu'à la profondeur de 30 centimètres, tandis qu'à 18 centimètres le thermomètre ne marquait que 8°,3, M. Parkes fit drainer ce même sol, et il en détermina de nouveau la température, qui, à 30 centimètres, varia de 9°,4 à 13°,9, et à 18 cen-

timètres, varia de 10°,4 et 18°,9. On voit donc que la différence a quelquefois dépassé 10 degrés; et sans s'arrêter à ces résultats extrêmes, on peut admettre, tant par les nombreuses observations faites par Josiah Parkes lui-même, que par celles de M. Modden, qu'à la même profondeur le terrain drainé est moyennement de 6 degrés plus chaud que le même terrain non drainé : admirable résultat qui explique pourquoi sur les terres drainées l'époque de la récolte avance parfois de vingt à trente jours.

De quelle manière la théorie rend-elle compte de ces faits remarquables?

La température moyenne des eaux pluviales, pendant la plus grande partie de l'année, surtout pendant l'époque végétative, étant supérieure à celle des couches un peu profondes du sol, il en résulte que celles-ci empruntent de la chaleur aux pluies qui les traversent. Cependant, si le passage des pluies était lent, si les premières couches de terre restaient longtemps imbibées, la chaleur apportée par l'eau pluviale pourrait être anéantie par le froid dû à l'évaporation.

Cette funeste compensation ne peut jamais avoir lieu dans un terrain drainé : sa perméabilité, permettant à l'eau de le traverser avec une certaine rapidité, et de descendre à une assez grande profondeur, abaisse naturellement le niveau de l'eau stagnante; alors l'humidité, élevée par la force de capillarité, reste assez loin de la surface pour ne pas subir d'évaporation. Les pluies, pendant l'époque végétative, chauffent donc toujours un terrain drainé, et ne le refroidissent jamais.

Un sol non drainé peut encore être refroidi par d'autres causes indépendantes de l'évaporation. Au-dessous de la surface du sol, à une certaine profondeur, il existe une couche dont la température est invariable, et de beaucoup inférieure à la moyenne des températures de l'air pendant les mois de la végétation. Dans les terres drainées ou perméables, cette couche est assez profonde pour ne pas exercer d'influence sur les racines ; mais dans les terres non drainées, dans les terres imperméables, où l'eau stagnante est près de la surface, l'influence de la couche invariablement froide se fait sentir bien plus haut que la région des racines, car l'eau dont la terre est imbibée, ne pouvant pas transmettre la chaleur des couches superficielles, se met en équilibre de température avec la couche invariable et refroidit tout autour d'elle.

Aussi, dès le commencement de la bonne saison, voit-on dans les terres drainées un mouvement remarquable de végétation et de vie, qu'on ne voit pas dans les terres non drainées ou humides.

§ 31. **Les terres drainées sont les plus faciles à travailler.** — Le facile écoulement des eaux à travers les terres arables doit avoir pour conséquence immédiate de les modifier de telle sorte que celles qui étaient froides, compactes, difficiles à labourer, acquerront toutes les qualités des terres chaudes et légères.

Pour mieux fixer les idées, considérons ce qui se passe lorsqu'on gâche du mortier avec une pelle, et lorsqu'on introduit ce même instrument dans une grosse motte de terre sèche, mais encore fraîche.

Dans le premier cas, on éprouve une résistance qui fatiguera bien vite, si le gâchage se prolonge ; dans le second cas, on enfoncera la pelle sans beaucoup de peine, et on divisera, on émiettera même la motte rien que par de légers efforts.

Il n'en sera pas autrement, proportion gardée, lorsqu'on labourera une terre drainée et une terre non drainée. La bêche, la charrue ne trouveront pas une grande résistance dans une terre fendillée en tous sens, et traversée par d'innombrables canaux qui la rendent comparable à une éponge ; dans une terre, en un mot, qui ne conserve normalement que la quantité d'eau qui lui est nécessaire pour se maintenir fraîche. Il n'en est plus de même dans une terre non drainée : celle-ci étant imbibée d'eau, toutes ses particules adhèrent les unes aux autres, ne laissent pas d'interstices entre elles, et forment un tout solidaire qui exigera une grande dépense de force pour être remué et divisé.

§ 32. **Perméabilité des terres drainées.**—M. Barral a comparé les terres drainées à une sorte de filtre qui ne s'obstrue jamais, et les terres non drainées à une sorte de brique toujours compacte. Mais un filtre qui ne s'obstrue jamais est nécessairement et essentiellement perméable, tandis qu'une brique toujours compacte se laissera bien pénétrer par l'eau, mais d'une manière très-lente, de façon qu'une fois imbibée de ce liquide, elle se conservera humide pendant longtemps: d'où la conséquence que les terres drainées doivent être et sont en effet nécessairement perméables, tandis que les terres non drainées, n'étant pas nécessairement dans le même cas, seront souvent mouillées.

On pourrait se demander si les terres drainées n'éprouveraient pas les effets de la sécheresse beaucoup plus promptement et plus profondément que les terres ordinaires; mais il n'en est rien, car la force de capillarité et les rosées sont là pour l'empêcher. Si l'évaporation est intense pendant le jour, elle est ordinairement nulle pendant la nuit, tandis que l'action capillaire, ne s'arrêtant jamais, entraîne sans cesse vers la surface l'eau nécessaire pour rafraîchir les particules desséchées par la chaleur de la journée; en outre, on sait que les rosées sont toujours abondantes pendant les nuits qui succèdent à des jours chauds.

Mais, si l'écoulement des eaux à travers les terres drainées est si facile, que deviendront les fumures? Est-ce qu'elles ne seront pas lavées? Est-ce que leurs parties solubles, et partant plus fertilisantes, ne seront pas entraînées dans les drains?

Indépendamment de l'observation de tous les jours, qui montre qu'à fumures égales, les récoltes sur les terrains drainés sont incomparablement plus hâtives, plus abondantes et plus belles que celles faites sur les terrains non drainés, ce qui n'aurait pas lieu si les engrais étaient entraînés par les eaux, il y a une foule d'expériences (21 *bis*) qui démontrent que les terres arables ont la propriété providentielle d'absorber et de retenir non-seulement l'ammoniaque, qui est aux plantes ce que la viande est à l'homme, mai les principes minéraux les plus fertilisants, tels que les alcalis et les phosphates.

La perméabilité des terres drainées ne peut donc

pas être une cause de déperdition des engrais qu'on y introduit.

Si la terre est perméable à l'eau, elle doit l'être nécessairement à l'air. Les canaux interstitiels de la terre, un moment noyés, se rempliront d'air dès que l'eau les aura quittés en s'écoulant. L'air suivra donc l'eau par un mouvement de haut en bas; et, lorsque l'écoulement sera terminé et que les drains ne seront pas pleins d'eau, l'air pourra aussi bien pénétrer dans la terre par la voie des drains, et par un mouvement de bas en haut.

Cette circulation de l'air a pour effet de modifier et de transformer la substance des engrais, et de la rendre apte à être absorbée par les racines des plantes.

D'un autre côté, les terres arables renferment presque toutes du peroxyde de fer. Ce composé se trouvant en contact avec des matières organiques, agit sur elles comme agirait l'oxygène, puisqu'il leur en cède une partie de celui qu'il renferme. Le peroxyde de fer, sur une plus petite échelle, rend donc des services quelque peu analogues à ceux que rend l'air; mais lorsqu'il est ramené à l'état de protoxyde, son rôle comburant s'arrête, et les détritus organiques ne trouveront plus en lui une sorte de suppléant de l'air, qu'autant que l'air, en circulant dans l'intérieur de la terre, l'aura ramené de nouveau à son état primitif de peroxyde.

Il en sera de même pour les terrains pyriteux, qui sont stériles tant que l'air ne les pénètre pas, et deviennent des terres ordinaires dès que les sulfures de fer qu'ils renferment sont passés, sous l'influence

de l'air, à l'état de peroxyde de fer et de sulfates terreux.

Enfin, sans air, l'humus ne peut pas se modifier et fournir cette grande quantité d'acide carbonique qu'absorbent les racines, pour le bien de la végétation.

§ 33. **Les terres drainées sont les plus fertiles.** — A mesure que nous exposons les effets immédiats du drainage sur les terres, nous nous rendons compte de plus en plus de la majeure fertilité de celles-ci, mais nous n'avons pas d'idées bien arrêtées relativement à l'influence que l'ensemble de ces effets exerce sur les plantes, ou, pour mieux dire, sur leurs racines. Éclaircir ce point, c'est donner la théorie de la fertilité des sols drainés.

Deux choses s'opposent à un heureux développement des racines. La première, c'est la trop grande compacité de la terre ; la seconde, l'excès d'humidité. Dans une terre où, à quelques centimètres de la surface, on trouverait le roc, ce serait temps perdu de faire des semailles. Dans un pot à fleur, dont le trou inférieur serait bouché, on ne ferait pas vivre une plante. Eh bien ! Qu'on suppose une terre argileuse : est-elle sèche, a-t-elle subi les effets de l'évaporation? Ses particules seront resserrées de telle sorte qu'elles empêcheront les racines d'y pénétrer ; et si celles-ci s'y trouvent déjà quand la sécheresse arrive, elles y étoufferont faute d'air et d'espace. Si la terre argileuse, au contraire, vient à être détrempée, de deux choses l'une : ou les racines ne s'y étendront pas, y trouvant trop d'humidité, ou elles y pourri-

ront, si elles y sont déjà engagées; de façon que les racines se trouveront entre deux écueils : ou elles seront noyées, ou elles seront étouffées.

Qu'on draine un pareil sol, tous ces obstacles disparaîtront. L'eau ne s'y trouvant plus en excès, la sécheresse le fissurera, au lieu de le rendre compacte. Les racines pourront alors y pivoter, s'y étendre à leur aise, et la sphère où elles puiseront leur nourriture deviendra plus grande.

M. Vandercorme a observé que, dans un sol non drainé, la longueur des racines de blé ne dépassait jamais 12 centimètres, tandis qu'après le drainage et un labour à la charrue sous-sol, la longueur atteignait 33 centimètres.

Le drainage n'élève pas seulement le milieu nourrissant autour des racines, mais il rend plus efficaces les principes nourriciers que celui-ci renferme.

M. Isidore Pierre a expliqué ce dernier fait d'une manière très-heureuse. Je vais reproduire, sinon ses paroles, du moins sa pensée.

On sait que tous les engrais analogues au fumier se décomposent mal dans un terrain trop mouillé, et qu'ils ne développent leur énergie que lorsque l'humidité est convenable et suffisante. En vertu du drainage, les engrais vont donc agir comme si on leur avait ajouté du fumier. De plus, dans un sol drainé, les liquides doivent subir un mouvement de va-et-vient qui mettra à portée des racines, dans un laps de temps donné, beaucoup plus de nourriture qu'elles n'en auraient attiré sans lui. En effet, le dessèchement partiel de la couche supérieure d'une terre

convenablement humide détermine, par capillarité, l'ascension de l'humidité et des matières fertilisantes liquides des couches inférieures. Si une pluie survient, ces matières sont entraînées dans un mouvement inverse : ou qu'elles montent, ou qu'elles descendent, elles s'offriront toujours, en passant, aux racines, qui en profiteront.

Si l'on supprimait le drainage, on supprimerait le mouvement réitéré et salutaire des liquides nourriciers : dès lors l'alimentation végétale se ralentirait, et le développement des plantes serait faible et tardif. A ces influences si utiles, ajoutons celle de la température toujours plus élevée des terres drainées, et nous nous expliquerons pourquoi, dans de pareilles terres, la végétation est toujours la plus belle, la plus hâtive et la plus abondante.

§ 34. **Heureuse influence du drainage sur le climat et l'hygiène publique.** — Bien d'autres effets non moins remarquables resteraient à expliquer ; mais je laisserai à de plus compétents que moi le soin de le faire. C'est le médecin qui doit dire comment la mortalité a sensiblement diminué dans les contrées où la pratique du drainage a pris une grande extension. Il dira, par exemple, qu'en comparant deux périodes de dix années, dont une antérieure au drainage, on a trouvé que la mortalité, de 1 sur 31, est tombée à 1 sur 47 ; il dira que, dans un pays drainé, les brouillards deviennent moins nombreux et moins denses, les fièvres rémittentes et intermittentes diminuent, et les rhumatismes disparaissent presque entièrement ; si dans les contrées drainées, les brouil-

lards diminuent ou disparaissent; si par le fait du drainage la température du sol s'élève (30), nécessairement la température moyenne de l'air doit s'élever à son tour. C'est en effet ce qui est arrivé dans toutes les contrées où le drainage a été pratiqué sur une grande échelle, ainsi que le prouvent une multitude de documents recueillis notamment en Angleterre.

CHAPITRE V.

DU TERREAU.

Sommaire. — 35. Constitution du *terreau*. a. *Humus*. b. *Acide humique*. c. *Pourri*. — 36. La composition du terreau est nécessairement invariable. — 37. Nécessité de la présence du terreau dans la terre arable. — 38. Terreau artificiel des fermes. — 39. Les trous à terreau sont des nitrières. — 40. Principes fertilisants du terreau artificiel. — 41. Différents états de l'azote dans le terreau et dans les terres arables.

Avant d'aborder la question si importante de la fertilisation des terres par les engrais, je dois dire ce que j'entends par engrais. J'appelle engrais toute substance qui, introduite dans la terre, offrira aux plantes, qui doivent y être cultivées, un *principe de nutrition*, de même que toute substance pouvant servir à la nourriture de l'homme est un comestible pour tout le monde; et s'il y a des comestibles qui, absorbés exclusivement, ne peuvent pas faire vivre l'homme, il y a aussi certains engrais qui, enfouis exclusivement dans le sol, ne peuvent pas en entre-

tenir, pendant longtemps, la fertilité. Ces derniers, d'après quelques agronomes, seraient des amendements, attendu qu'ils bonifient la terre ; et ils ne les distinguent pas du sable ou de la glaise, qui peuvent à leur tour bonifier la terre dans certaines circonstances particulières.

Confondre dans la même classe la chaux et le sable ; dire que ces deux matières sont également des amendements, c'est méconnaître leur nature propre.

Si le sable bonifie une terre forte, c'est qu'il la rend plus perméable : il n'y a là qu'une action mécanique. Si la chaux bonifie une terre, c'est qu'elle y introduit un principe alimentaire pour les plantes, sans parler de l'action chimique qu'elle exerce sur plusieurs principes du sol.

Pour éviter une confusion dans le langage autant que dans les idées, je ne qualifierais d'amendement que les substances qui améliorent la terre par une action mécanique ou physique, et je donnerais le nom générique d'engrais à tout ce qui abandonne à la terre, où il est introduit, des principes que les plantes s'assimilent.

Cela dit, je ne puis mieux commencer l'étude des engrais qu'en parlant du *terreau* que l'on peut appeler le *fumier de la nature*.

§ 35. **Constitution du terreau.** — Il est une loi fatale qui veut que tout corps qui a cessé de vivre devienne poussière. Cette poussière est la matière minérale dont le corps était en partie formé ; quant aux principes organiques, carbone, hydrogène, oxygène et azote, ils sont rentrés dans l'air sous la forme d'acide

carbonique, d'eau et d'ammoniaque. Ce retour de tous les principes des corps organisés à leur nature première est plus ou moins lent, suivant que l'air, l'eau et la chaleur peuvent agir plus ou moins librement. Lorsque l'un de ces trois agents fait défaut, la résolution n'a pas lieu ; et si leur action collective est seulement entravée, la matière qui a vécu passe par différents états particuliers, parmi lesquels on trouve le terreau.

Le terreau n'est donc qu'un état transitoire des corps organisés qui sont en voie de décomposition. Cela est si vrai, que le terreau d'aujourd'hui n'est pas le même que celui de demain : effectivement, qu'on fasse bouillir de la tourbe, qui est une sorte de terreau, avec une dissolution de cristaux de soude, et qu'on répète cette opération jusqu'à ce que le liquide reste incolore ; qu'on expose ensuite à l'air, pendant quelques jours, la tourbe ainsi épuisée, elle acquerra de nouveau la propriété de colorer la dissolution alcaline. Si l'on continuait un pareil traitement, le jour arriverait où la tourbe cesserait de se modifier ; alors elle serait devenue un véritable détritus inerte.

Ce qui est vrai pour la tourbe étant vrai pour toute espèce de terreau, on voit que cette substance, quelle que soit son origine, doit se composer essentiellement : 1° de parties en voie de décomposition, et auxquelles nous donnerons le nom d'*humus ;* 2° de parties qui sont le produit de la décomposition, et que nous appellerons *acide humique ;* 3° de parties qui ne paraissent plus susceptibles de se modifier, et que nous nommerons *pourri*. Examinons leur rôle dans la fertilisation des terres.

a. *Humus*. — Par cela même qu'il est en voie de

décomposition, l'humus se trouve plus près des matières organiques d'où il dérive que l'acide *humique* et le *pourri*. Aussi l'analyse nous apprend-elle que l'humus est azoté, et des observations précises ont montré qu'il est une source d'acide carbonique ; de plus, en se décomposant, il rend libres des matières minérales qui, par leur état particulier, sont facilement absorbées par les racines et assimilées par les plantes.

On a donc raison de dire que l'humus est un aliment pour les végétaux, car il leur fournit les principes les plus importants de leur existence : l'azote, le carbone et les matières minérales.

b. *Acide humique*. — Moins évident est le rôle de l'acide humique : il n'est pas une source d'acide carbonique ; mais sa faculté de fixer les alcalis, l'ammoniaque et la chaux, ne les faisant passer à l'état de sels ; sa faculté de passer tour à tour de l'état de sel soluble à l'état de sel insoluble, disent assez que son influence dans l'alimentation des plantes doit être considérable, sans compter que des expériences directes ont prouvé qu'il est absorbé par les racines, et qu'il hâte la végétation.

c. *Pourri*. — Les services que rend le pourri sont les mêmes que ceux que rendrait le terreau s'il était dépourvu de ses propriétés chimiques.

En effet, le terreau rend plus meubles les terres trop fortes, plus humides les terres trop légères ; il retient une grande partie de la chaleur qui s'est accumulée dans la terre par l'insolation du jour, et la distribue aux racines pendant le refroidissement de la nuit, tout en rendant par sa couleur l'insolation diurne plus efficace ; enfin, par son état poreux, il condense

les gaz fertilisants, qui sans lui se disperseraient dans l'air. Le pourri n'agit pas autrement.

§ 36. **La composition du terreau est nécessairement variable.** — Par cela seul que tous les êtres organisés n'ont pas la même composition, tous les terreaux ne doivent pas se ressembler. Ceux qui proviennent de plantes riches en tannin sont acides, et ne conviennent à toutes les cultures qu'après avoir été corrigés par de la chaux. C'est ainsi que certains sols défrichés et les marais, qui sont stériles à cause de l'acidité de leur terreau, deviennent excellents dès qu'ils ont été chaulés.

§ 37. **Nécessité de la présence du terreau dans la terre arable.** — La nécessité de la présence du terreau dans une terre arable est rendue manifeste par l'expérience de chaque jour, et on est même parvenu à fixer les limites de la quantité qui est indispensable pour chaque culture. On prétend que le seigle et l'avoine exigent au moins 1 1/2 0/0 de terreau ; que l'orge en exige le double, et qu'une bonne terre à froment doit en contenir de 4 à 8 0/0. Sans garantir l'exactitude de ces nombres, on peut être sûr, néanmoins, que nulle culture n'est possible sans terreau, et la luxuriance des forêts vierges, dont le sol en est très-riche, prouve assez que cette substance joue, par rapport à la végétation naturelle, le même rôle que le fumier joue à l'égard de nos cultures. C'est pourquoi on dit que le terreau est le *fumier de la nature*.

§ 38. **Terreau artificiel des fermes.** — Il est rare que dans une ferme on ne réserve pas un emplacement où l'on accumule toute sorte de détritus tels que mauvaises herbes, tiges ligneuses, feuilles mortes, ba-

layures diverses, en un mot tout ce qui ne va pas au fumier. Pour hâter la décomposition, ou si l'on aime mieux, la fermentation de tous ces matériaux et en faire du terreau, on les arrose avec des eaux ménagères ou même avec de l'eau, quelquefois avec du purin.

Après un an ou deux, cette masse est devenue assez meuble, mais comme elle n'a pas été brassée, elle n'est ni ne peut être homogène. Néanmoins, son aspect est généralement brun foncé. On la répand, avec grand succès, sur les prairies et pour fumer en couverture.

§ 39. **Les trous à terreau sont des nitrières.** — Ces amas de détritus traités comme nous venons de le dire doivent être considérés comme des espèces de nitrières artificielles. Que fait-on pour fabriquer du nitre? On ajoute à de la terre ni trop compacte ni trop sableuse des végétaux, des feuilles, des marcs de fruits, des balayures, de la paille, des branchages, et on arrose la masse assez souvent, pour qu'elle soit constamment humide, avec de l'urine, du purin, des eaux ménagères, et de la lessive; enfin l'air y a un accès régulièrement ménagé par une répartition uniforme de fascines stratifiées.

L'identité entre les *trous à terreau* des fermes et les *nitrières artificielles* est évidente; seulement, dans le premier cas, ni l'accès de l'air ni l'humectation ne s'y effectuent régulièrement, tandis que, dans le second cas, ces deux conditions y sont remplies méthodiquement, et par conséquent d'une manière efficace. Aussi la quantité de nitre qui se forme dans les trous à terreau est-elle moindre que celle qui prend naissance

dans les nitrières abritées par des hangars aussi bien du soleil que des pluies.

En général un kilogramme de terreau de ferme séché à l'air ne contient pas plus d'un gramme et demi de nitre, tandis que la même quantité de terre provenant d'une nitrière artificielle ordinaire en donne trois ou quatre fois plus.

Puisque les trous à terreau sont des nitrières, il importe de leur donner des soins plus intelligents qu'on ne le fait d'ordinaire ; il serait utile de connaître les instructions que le gouvernement publia sur la construction et l'exploitation des nitrières artificielles, lorsque les circonstances de la guerre avaient rendu indispensable cette industrie. On verrait alors combien dans la pratique habituelle on s'éloigne du but que l'on devrait atteindre. Ainsi on voit, par exemple, des cultivateurs surcharger le trou à terreau de matières animales, telles que urine, vidange, sang, etc., très-peu de temps avant l'épandage du terreau, ce qui est contraire non-seulement à la production, mais à la conservation du nitre qui est déjà formé. Les cultivateurs ignorent malheureusement que dans la quantité des matières animales à faire intervenir, il y a une limite que l'on ne peut dépasser sans s'exposer à des pertes que rien ne compense. Aussi les exploitants des nitrières artificielles ne les arrosaient-ils plus qu'avec de l'eau quelques mois avant l'époque fixée pour le lessivage.

§ 40. **Principes fertilisants du terreau artificiel.** — Le terreau des fermes, en outre du salpêtre, contient aussi des phosphates, et de l'azote à différents

états : cela se conçoit quand on se souvient de la nature des matériaux qui concourent à sa formation. Voici les résultats d'analyses faites par M. Boussingault sur deux terreaux desséchés à l'air, l'un d'eux provenant d'un maraîcher, et l'autre sortant d'une couche de jardin.

	Terreau de maraîcher.	Terreau d'une couche de jardin.
Azote des matières organiques...	1,050 0/0	0,528 0/0
Azote à l'état d'ammoniaque.....	0,012	0,008
Azote des nitrates.....	0,015	0,013
Acide phosphorique.....	1,280	0,342
Chaux.....	6,300	1,128

Quelle que soit la provenance d'un terreau, on est sûr d'y trouver constamment ces mêmes principes, mais en proportions diverses.

§ 41. **Différents états de l'azote dans le terreau et dans la terre arable.** — Il est bon de remarquer les trois états sous lesquels se trouve l'azote dans le terreau artificiel, et en cela il ne diffère nullement de la terre arable.

On se tromperait grandement si l'on croyait se faire une idée exacte de la richesse d'un terreau, ou de la fertilité d'un sol par la connaissance collective de l'azote que l'analyse y indiquerait. Il est évident que de deux terreaux, par exemple, également riches en azote, celui qui en contiendrait le plus, sous la forme ou d'ammoniaque ou de nitrate, serait le plus actif et le plus énergique.

Cette remarque non-seulement est applicable aux terreaux et aux terres arables, mais à tous les engrais.

Il serait utile que les agriculteurs connussent l'instruction que les régisseurs généraux des poudres et

salpêtres publièrent en 1777 sur l'établissement des nitrières. Dans cet écrit, aussi concis que bien fait, ils trouveraient des notions qui, appliquées à la confection du terreau, leur procureraient un produit plus azoté et d'une plus grande valeur que celui qu'ils obtiennent en suivant la routine traditionnelle.

Maintenant que nous savons ce que c'est que le terreau, il nous sera plus facile d'étudier le fumier.

CHAPITRE VI.

DU FUMIER.

Sommaire. — 42. Constitution immédiate du fumier. Rôle que jouent les déjections vis-à-vis des litières. — 43. Le fumier est généralement mal soigné. — 44. Soins nécessaires pour une bonne préparation du fumier. — 45. Conservation du fumier en tas. — 46. Conservation du fumier dans les étables. — 47. Conservation du fumier dans les fosses. — 48. Évaluation de la production du fumier pour fixer la capacité d'une fosse. *a*. Par la méthode de Thaer. — *b*. Par la méthode de Schwertz. — *c*. Par la méthode de M. Heuzé. — 49. Données qui doivent servir à fixer les dimensions de la purinière. — 50. Fumiers *longs ou frais*. Fumiers *courts ou vieux*. — 51. Caractères des différents fumiers. *a*. Fumier des bêtes à laine. *b*. Fumier de porc. *c*. Fumier de cheval. *d*. Fumier de vache. — 52. Phénomènes chimiques qui accompagnent la formation du fumier.

§ 42. **Constitution immédiate du fumier. Rôle que jouent les déjections vis-à-vis des litières.** — On sait que le fumier se compose de la litière et des déjections ; mais ce qu'on ne sait pas généralement, c'est que les déjections jouent vis-à-vis des litières le rôle de ferment, et contribuent à les faire passer de l'état de paille à l'état d'engrais : d'où la conséquence que plus il y aura de bouse, de crottin ou d'urine dans un fumier, mieux il vaudra ; et comme les déjections

sont d'autant plus fertilisantes qu'elles proviennent d'animaux mieux nourris, il en résulte qu'avec un bétail bien nourri on aura de bon fumier, et qu'avec de bon fumier on aura de bons fourrages.

Je viens de dire que les déjections du bétail jouent le rôle de ferment vis-à-vis des litières; mais ce n'est pas la masse entière des déjections qui joue ce rôle; c'est la partie de leur principe azoté, qui n'est pas encore à l'état de sel ammoniacal et qui n'est même pas prête à le devenir. Le ferment lui-même, après avoir rempli sa tâche, abandonne son azote; et comme celui des litières en fait autant en vertu de la fermentation, presque tout l'azote qui est contenu dans les matières destinées à devenir du fumier finit par prendre la forme la plus appropriée à la nutrition des plantes.

Pour qu'un ferment puisse agir sur une matière fermentescible, il faut trois choses : de l'air, une certaine chaleur et de l'humidité. Si l'une des trois manque, ou si elle est en excès, la fermentation ne marche pas bien, ou elle dépasse le but.

Il n'y a pas de doute que de la litière et des déjections abandonnées à leur mutuel contact se décomposeront, fermenteront tant bien que mal, et se transformeront en un produit auquel on ne donnera d'autre nom que celui de fumier; mais sera-t-il aussi bon et aussi abondant qu'il devrait l'être?

§43. **Le fumier est généralement mal soigné; pertes qui en résultent.** — Il est difficile de se faire une idée des pertes que l'agriculture française éprouve par suite du peu de soin que l'on apporte à la confection et à la conservation du fumier.

Au sortir des étables, le fumier est entassé à des hauteurs plus ou moins considérables, soit dans les parties les plus basses de la cour, où, sans abri contre les ardeurs du soleil pendant l'été, il est lavé par les eaux des toits pendant l'hiver ; soit sur des pentes, d'où le purin s'écoule et se disperse dans des fossés, et souvent dans les mares où les animaux de la ferme s'abreuvent. Du reste, nul souci de l'éloignement des animaux de la basse-cour, qui, avec leur grattage, détérioreront le tas ; nul souci du tas lui-même, comme s'il était indifférent qu'il présentât une plus ou moins grande partie de sa surface à l'action de l'air.

Et cependant les documents officiels montrent que la superficie cultivée de la France est à peu près de 28,421,147 hectares, et que les bestiaux de toute nature représentent l'équivalent de 14,318,604 têtes de gros bétail.

En admettant, avec la majeure partie des agronomes, que chacune de ces têtes fournisse 6,400 kilogrammes de fumier par an, la production totale de cet engrais s'élèvera à 91,639,065,600 kilogrammes.

Supposons, pour plus de simplicité, et en même temps pour rester plus près de la vérité, que la surface agricole de la France soit soumise à l'assolement triennal, et que l'on donne à chaque hectare, au début de la rotation, une fumure de 30,000 kilogrammes ; celle-ci, répartie en trois ans, correspondra à 10,000 kilogrammes par an, ce qui ferait, pour la totalité, 284,211,470,000 kilogrammes de fumier.

Mais nous avons vu que notre bétail doit nous en fournir seulement 91,639,065,600. Voilà donc un déficit annuel de 192,572,404,400 kilogrammes de fumier.

Ces données officielles nous montrent donc que le fumier qu'on peut attendre du bétail est le tiers de celui dont nous avons besoin, et nous pouvons dire, sans exagération, que le manque de soin fait descendre ce tiers à un quart.

§ 44. **Soins nécessaires pour une bonne préparation du fumier.** — Lorsque, pendant le séjour du fumier dans les étables, on n'a pas perdu la partie liquide des déjections et qu'elle a été absorbée par les litières, en vertu de leur construction tubulaire ou spongieuse, la masse se trouve déjà assez humide pour que, convenablement entassée à ciel ouvert, la fermentation puisse s'y manifester; le premier phénomène qui l'accuse, c'est une élévation de température dans l'intérieur du tas. Ce surcroît de chaleur augmente la fermentation, qui deviendra excessive dans ses effets, surtout si l'air y intervient sans mesure; de sorte qu'un tas abandonné à lui-même, sans surveillance aucune, au lieu de donner un produit abondant et actif, pourra bien donner une sorte de détritus à peu près inerte.

C'est pourquoi il importe avant tout de se préoccuper de l'emplacement du tas. Il doit être abrité au midi par des plantations, qui le protégeront des rayons du soleil pendant les ardeurs de l'été, et il ne doit pas recevoir les eaux qui s'écoulent des toits de la ferme. Dans le premier cas, on prévient une dessiccation trop

prompte ou un trop grand échauffement du fumier; dans le second cas, on évite une cause qui à la fois arrête la fermentation et enlève au fumier sa partie la plus active.

Bien que le tas ne soit exposé qu'aux eaux pluviales, il faut néanmoins l'entourer d'une rigole disposée de telle sorte que les eaux des environs n'y arrivent pas, et qui, tout en empêchant la dispersion du jus, amène celui-ci dans une fosse ou dans un puits, d'où on le retirera, à l'aide d'une pompe ou d'un seau, pour en arroser le tas, quand on le jugera à propos.

La disposition générale de l'emplacement sera complétée par une légère pente du sol qui, en facilitant l'arrivée du jus dans la rigole et partant dans la fosse, préviendra la pourriture de la base du tas, qu'un trop long contact avec le purin occasionnerait inévitablement.

En aspergeant le fumier avec du purin, on y entretient assez d'humidité pour que la fermentation ne s'arrête pas, et assez de fraîcheur pour qu'elle n'aille pas trop loin: au surplus, les principes fertilisants, dont le purin est riche, restant dans le fumier, rendent celui-ci plus actif et plus efficace. Afin de soigner le plus possible ce produit si important, il est nécessaire que le tas soit établi sur un plan imperméable de glaise bien battue, ou de terre bien pavée, car la portion du purin qui est absorbée par le sol est à jamais perdue pour les cultures; et si l'on ne peut pas disposer d'un emplacement naturellement imperméable, ou rendu tel par un artifice quelconque, on doit en recouvrir le fond avec une couche de terre, de sable, de tourbe,

ou de quelque matière absorbante qui, après l'enlèvement du fumier, offre une sorte de terreau d'une grande efficacité; et si ce terreau se présente sous une forme trop liquide, au lieu de le laisser sécher à l'air, on s'empressera d'y répandre des sarclures, des herbes, des litières, qui augmenteront la masse d'une substance aussi fertilisante que le fumier, si elle ne l'est pas davantage.

Il est difficile de se faire une idée de l'économie que l'on retire de l'ensemble des dispositions que je viens d'énumérer; et de ce qu'on ne voit pas le purin s'écouler par torrents, on ne doit pas conclure qu'il ne vaut pas la peine de s'en occuper. Mathieu de Dombasle réunissait dans sa fosse à purin 800 à 1,000 hectolitres de liquide, ce qui, d'après lui, représentait une valeur de 400 à 500 fr., et cela provenait d'une masse de fumier correspondant à 1,000 ou 1,500 voitures de 650 kilogrammes chacune.

M. Moll affirme qu'avec six à huit chevaux, autant de vaches et de bœufs, et une centaine de moutons, on peut recueillir plus de 200 hectolitres de purin par an.

Il existe malheureusement, dans quelques campagnes, un préjugé qu'on ne saurait assez combattre : on croit que le bétail préfère les eaux des abreuvoirs où arrive du jus de fumier, et on prétend que, lorsqu'il a contracté cette habitude, il ne veut plus boire d'autre eau.

Il est certain que les animaux, une fois habitués à boire de l'eau ayant un certain goût, trouveront fade et insipide l'eau pure; mais, outre que celle-ci deviendrait la préférée par suite d'une nouvelle habitude, il

faut songer qu'une eau qui, étant mêlée avec du purin, tiendra en dissolution des matières organiques et des sels de toute espèce, ne pourra jamais être favorable à la santé de ceux qui en font usage. Au surplus, comment admettre qu'une eau qui, sous l'action du soleil d'été, donne naissance à une quantité infinie de petits animalcules, soit potable?

Dans les fermes mal administrées, le purin se perd par deux voies : la première quand il sort du tas, la seconde quand il sort des étables. C'est toujours la même insouciance dans les deux cas. On dira que, pour empêcher l'écoulement de ce liquide, il faudrait trop de litière; mais un trou convenablement pratiqué, soit dans l'intérieur, soit dans le voisinage de l'étable, pourrait recueillir et ménager ainsi un engrais excellent pour certaines cultures, et notamment pour les prairies.

On conçoit que jadis, dans l'intérieur des terres, il y ait eu gaspillage de purin; l'instruction et l'exemple y pénétraient difficilement; mais qu'aujourd'hui on voie ce gaspillage sur tous les points de la France qui est parsemée de comices agricoles, cela dépasse toute imagination.

Pour s'édifier sur la grandeur de la perte que l'on fait chaque jour dans presque toutes nos fermes, il faut se rappeler que sur 100 kilogrammes de purin, il y en a environ 28 dont plus de la moitié représente de l'humus et de l'ammoniaque, et le reste est composé de phosphates, de chlorures et de carbonates à base de chaux et de potasse.

Ainsi cet humus, qui est pour ainsi dire la vie des

terres arables ; ce carbonate de potasse, qu'on apprécie tant, lorsqu'il se trouve dans la cendre ; ce phosphate de chaux, qu'on paye si cher dans le noir animal, sont perdus sans cesse dans toutes les fermes qui laissent aller le purin où Dieu veut ; et ce qui afflige le plus, c'est que des cultivateurs croient ne pas le perdre de ce qu'en sortant du tas il s'écoule dans une prairie ; et les malheureux ne réfléchissent pas que ce liquide, y arrivant peu à peu, est absorbé par les premières parties, dont le foin probablement se trouvera brûlé, par cela même qu'il en absorbera une trop grande quantité.

§ 45. **Conservation des fumiers en tas.** — On voit souvent retirer les litières des étables et les porter dans l'emplacement du fumier, où elles sont entassées successivement jusqu'à une hauteur qui varie suivant le nombre des animaux. Nul souci d'un tassement uniforme, ni de la régularité, ni de la hauteur du tas. Voici ce que faisait le célèbre Dombasle à sa fameuse ferme de Roville. Dans un emplacement rectangulaire, abrité au midi par de grands arbres ou par un hangar, il disposait le fumier en élevant toutes les faces du tas aussi verticalement qu'on le ferait pour les murs d'un bâtiment ; et, pour que l'ancien ne se trouvât pas toujours enfoui sous le nouveau, il ménageait deux à trois divisions contiguës, qu'il chargeait et enlevait successivement, en leur donnant une hauteur de 2 mètres. De cette manière, outre qu'il connaissait l'âge des différentes parties du tas, il lui était facile de ne pas mêler des fumiers de différente provenance, et de les utiliser suivant leurs qualités particulières, puisque sous le

rapport de leur énergie, les fumiers, à leur état normal d'humidité, se classent, ainsi qu'on le verra plus tard, dans l'ordre suivant : chèvre, mouton, cheval, porc, vache.

Si l'intervention de l'air est indispensable pour provoquer la fermentation dans la masse du fumier, un trop libre accès est, au contraire, très-nuisible ; dans ce dernier cas, ou les phénomènes marchent trop rapidement, et le fumier devient alors un véritable détritus presque inerte, ou il se dessèche et devient comme de la paille qui aurait perdu la plus grande partie de ses principes azotés.

C'est pourquoi il importe que les tas soient suffisamment pressés pour que l'air n'y pénètre ni trop facilement ni avec trop de peine. C'est ce dernier cas qui se présente lorsque le tas s'élève à la hauteur de 3 à 4 mètres. On en voit les tristes conséquences, en en observant l'intérieur à l'époque des fumures. On y voit des taches blanches provenant de moisissures qui indiquent que, l'air ayant fait défaut, la fermentation s'est arrêtée. Dès lors, les qualités propres au fumier ont dû nécessairement s'amoindrir.

Une autre conséquence fâcheuse de ces grands entassements, c'est la différence notable qui existe entre couche et couche. Ne pouvant pas fumer tout d'un coup, il est évident que les couches inférieures, qui sont les plus anciennes, seront les plus décomposées ; mais, comme une décomposition trop avancée fait perdre au fumier une grande partie de sa valeur, le dessous du tas sera loin de valoir le milieu et le dessus. On évitera cet inconvénient en donnant au tas plus de

surface et moins d'épaisseur. Une épaisseur de 2 mètres est plus que suffisante.

Puisque l'air détériore le fumier lorsqu'il le pénètre trop facilement, il faudrait en éloigner la volaille, qui, en le grattant, le rend plus perméable et dispose la masse entière à perdre de ses meilleures qualités.

Ainsi, pour que le produit des étables profite autant que possible, il est nécessaire qu'on n'en perde pas le jus; qu'il ne reçoive que l'eau qui le baigne sous la forme de pluie; qu'il soit entretenu humide par des arrosages au purin; que la hauteur du tas ne dépasse pas 2 mètres; que le tassement de la masse soit uniforme et suffisamment serré; que les animaux, et notamment la volaille, n'en remuent pas la surface, et, enfin, qu'il soit abrité par de grands arbres du côté du midi : si les arbres font défaut, il importe qu'au moins, pendant les grandes chaleurs, il soit recouvert avec des branchages.

Voici quels sont les caractères d'un tas de fumier bien entretenu : la première couche aura à peu près le même aspect qu'elle avait au sortir de l'étable; la seconde aura une très-légère odeur ammoniacale; à mesure que l'on descend, on trouvera que la paille perd de sa consistance, devient fibreuse et se divise avec facilité; la couleur de la masse se fonce de plus en plus, si bien que, près du sol, elle devient tout à fait noire et répand l'odeur d'œufs pourris.

On s'est fort préoccupé d'améliorer les fumiers, en empêchant la déperdition de l'ammoniaque, qui a lieu pendant leur confection.

A cet effet, on a introduit dans le fumier des sub-

stances capables de fixer l'ammoniaque, telles que la couperose verte, appelée par les chimistes *sulfate de fer :* en aspergeant, de temps à autre, le tas avec de l'eau tenant en dissolution de ce sel, il doit se former du sulfate d'ammoniaque, qui n'est pas volatil; par conséquent, la plus grande partie de l'azote qui se trouve dans le fumier au sortir de l'étable, y persiste jusqu'au moment de le porter dans les champs.

On peut obtenir le même résultat avec le plâtre, qui est du sulfate de chaux. L'introduction du plâtre dans le fumier n'a pas seulement pour résultat de prévenir la dispersion de l'ammoniaque, mais d'y ajouter une substance fertilisante par elle-même.

Un phénomène que présente le fumier plâtré rend compte de ces effets. Quand on remue un pareil fumier, on sent une odeur assez forte d'œufs pourris ; ce qui prouve que le plâtre s'est décomposé et qu'il est passé à l'état de sulfure de calcium. Or, cette substance, sous l'influence de l'humidité et de l'air, passe à l'état de carbonate de chaux extrêmement divisé.

Le moyen de procéder est extrêmement simple. Dès qu'on a formé une couche, à l'aide du fumier retiré de l'étable, on en arrose ou on en saupoudre la surface avec l'agent préservateur. En supposant que la couche ait été faite avec une charretée de 2,000 kilogrammes, on y répandra 25 kilogrammes de plâtre, ou bien on l'arrosera avec 5 kilogrammes de sulfate de fer fondu dans un égal poids d'eau.

La dépense ne serait pas considérable ; bien entendu que l'on n'achetât pas le sulfate de fer chez les détail-

lants, qui vendent cette marchandise assez cher, vu son faible débit.

Dans quelques localités, et notamment en Suisse, on améliore les fumiers au moyen du sel. On mêle le sel à de la terre pour répandre ce mélange sur chaque couche de fumier. M. Wilhelm de Fellenberg prétend que le fumier ainsi préparé agit sur les terres légères aussi favorablement que le fumier plâtré sur les terres.

Ce que l'on devrait faire pour le fumier, on devrait le faire aussi pour le purin, lorsqu'il est réuni dans un puisard.

La conservation du purin dans les fosses est encore plus aisée que celle du fumier, car il ne s'agit que d'y jeter quelques poignées de sulfate de fer ou du plâtre, et de remuer avec un bâton, pour faire cesser l'odeur ammoniacale, quitte à recommencer dès que l'odeur reparaît. C'est ainsi que, l'époque des fumures arrivée, on n'aurait qu'à jeter du terreau dans la fosse pour qu'il en absorbât tout le liquide : en retirant cette masse, et en la séchant au soleil, on aurait ainsi un excellent engrais, qui, sous quelques rapports, vaudrait encore mieux que le fumier ; et si l'on préférait employer le jus du fumier à son état liquide, l'on n'aurait qu'à y ajouter son volume d'eau avant d'arroser les prairies ou les champs ensemencés.

En Suisse, le sel est aussi employé pour améliorer le purin : un peu moins de 500 grammes de sel par hectolitre dans les terres humides, et un peu plus dans les terres pierreuses et sèches. L'introduction du

sel dans le purin se rattache à une anecdote assez curieuse.

Un paysan suisse avait fraudé un sac de sel : se voyant découvert, il jeta le sac dans la fosse à purin, où les gardes n'allèrent pas le chercher. Lorsque, plus tard, il voulut employer ce purin, il le fit avec une grande précaution, car il craignait de l'avoir empoisonné; mais quelle ne fut pas sa surprise, en voyant que l'herbe du pré arrosé avec ce liquide salé était magnifique et préférée par le bétail. Le paysan réitéra l'expérience avec le même succès. Le fait s'ébruita tant et si bien, qu'aujourd'hui les magasins du gouvernement suisse sont approvisionnés de *sel-engrais* (dung-salz), que l'on vend aux cultivateurs à un prix très-modéré.

On conserve encore très-bien les fumiers en répandant assez de chaux éteinte sur chaque couche pour que la surface en soit blanchie. D'après les observations de M. Payen, une faible quantité de chaux, au lieu de hâter, retarde considérablement la déperdition de l'azote des déjections animales, et notamment celui des urines; on conçoit dès lors que si beaucoup de chaux ajoutée au fumier lui est défavorable, une faible proportion lui soit utile.

§ 46. **Conservation du fumier dans les étables.** — Dans quelques contrées on conserve le fumier sans le sortir des étables. C'est principalement en Belgique qu'on suit cette méthode, et la quantité du fumier qu'on y obtient est vraiment considérable. Dombasle affirme qu'à parité de circonstances, on a deux fois plus de fumier que dans les étables ordinaires.

Voici comment on procède : les animaux à l'étable sont rangés sur un plan légèrement incliné, large de 3 mètres ; devant eux, à la hauteur de 50 centimètres, se trouve un large trottoir planchéié, ou cimenté, sur lequel on dépose la ration. Derrière les animaux est un espace de 8 à 10 mètres, légèrement concave dans le sens de son axe. C'est dans ce creux que se rendent toutes les urines et où l'on dépose, tous les deux à trois jours, les déjections et la litière qu'on retire de dessous les animaux ; c'est là que le fumier fermente avec régularité, attendu que la fermentation ne peut être ni interrompue ni entravée par le vent, le soleil, la pluie ou le froid ; et comme, en pratiquant cette méthode, il est nécessaire de prodiguer la litière, on n'a pas à craindre l'excès d'humidité, et la masse entière se trouve néanmoins assez humectée pour fermenter paisiblement, et rien de plus. La fermentation n'étant pas tumultueuse, la dispersion de l'azote est presque nulle.

Par cette méthode, on économise beaucoup de travail, puisqu'on ne sort le fumier que pour l'amener aux champs ; mais, à côté de tous ces avantages, il y a un grave inconvénient : c'est le loyer trop coûteux de l'emplacement du fumier. En effet, dans une étable belge, il y a place pour loger commodément le double des vaches qu'elle renferme ; mais cette place est occupée par du fumier.

Cette méthode n'est guère suivie en France, et je crois qu'elle ne le sera jamais beaucoup, car elle coûte trop cher.

Les Anglais nous ont appris à laisser le fumier sous

le pied des animaux pendant deux à trois mois. Cette pratique est suivie principalement quand on engraisse le bétail par le *procédé de Warnes*, procédé qui consiste à renfermer les animaux isolément ou deux à deux dans des espaces clos appelés *boxes*.

Tous les jours, lorsque l'on place de la paille fraîche sous les pieds postérieurs des animaux, on pousse la paille imprégnée de déjections vers la mangeoire, et, deux à trois fois par semaine, on répand uniformément une couche de terre argileuse sous la litière ; et comme le sol s'exhausse par suite de l'accumulation du fumier, le râtelier doit être mobile dans le sens vertical, et doit pouvoir être placé successivement à la même hauteur, par rapport à la tête des animaux.

C'est M. Decrombeque, cultivateur distingué de Lens (Pas-de-Calais), qui a eu la bonne idée de faire intervenir la terre argileuse sèche. Avant cette heureuse modification, le bétail, quand il était au vert, souffrait beaucoup de l'humidité, malgré l'abondance des litières. M. Boussingault dit que la situation des animaux ne devenait tolérable que parce que le sol des étables absorbait une grande partie des urines, circonstance qui occasionnait une perte considérable du meilleur principe du fumier.

Par cette méthode, la décomposition du fumier a lieu d'une manière si régulière que, pour un même laps de temps, elle est plus avancée que si elle s'était effectuée à l'air libre, sans compter que la dispersion de l'azote est insensible. Aussi le fumier conservé dans les étables cède-t-il à l'eau beaucoup plus de substances solubles que le fumier préparé dehors, ce

qui veut dire qu'il est le plus fertilisant et le meilleur de tous les fumiers.

M. Boussingault, tout en convenant qu'un pareil fumier ne laisse rien à désirer, insiste néanmoins sur un inconvénient qui lui paraît sérieux : c'est l'élévation de température que détermine la fermentation du fumier dans une étable bien close, comme cela a lieu nécessairement en hiver.

Lorsque dans cette saison, dit-il, on vient à ouvrir pour nettoyer, il en résulte un refroidissement capable de déterminer, chez les animaux, de graves affections pulmonaires. S'il est dangereux, ajoute-t-il, d'abreuver en été le bétail avec de l'eau de puits toujours trop fraîche, pourquoi ne serait-il pas aussi dangereux de lui faire respirer subitement de l'air froid, après que, pendant des semaines entières, il a respiré de l'air très-chaud !

Mais cette critique perd beaucoup de son importance lorsque les étables dont nous parlons sont spacieuses et tellement aérées par un bon système d'ouvertures, que l'air, s'y renouvelant sans cesse, ne permet pas à la température de l'intérieur de s'élever notablement. Quand les étables sont trop petites pour le bétail qui les habite, lorsque la respiration y est gênée, ou qu'elles sont trop chaudes, on a à redouter encore d'autres maladies dont nous citerons comme exemple la *pommelière*, ou phthisie calcaire, et le dessèchement du sabot des chevaux.

§ 47. **Conservation du fumier dans les fosses.** — La meilleure méthode pour conserver le fumier est sans contredit celle des *fosses*, lorsqu'elles sont bien con-

struites. On appelle *fosse à fumier* une excavation où l'on dépose les litières à leur sortie des étables et des écuries.

Quand on se décide à suivre cette méthode, il importe avant tout d'être fixé sur les dimensions qu'on doit donner à la fosse ; et par conséquent, il faut connaître quelle est la quantité de fumier que, suivant l'ordre des travaux de l'exploitation, on sera obligé d'y accumuler ; il est également nécessaire de savoir combien de pluie il tombe moyennement dans la contrée, pour que le puits à purin ait une capacité convenable. Nous verrons plus tard comment on acquiert ces données : pour le moment, nous les supposerons déjà acquises.

Le premier précepte à suivre dans la construction d'une fosse à fumier et d'un puits à purin, c'est que toutes leurs parties soient étanches. Si le sol des étables l'est à son tour, et s'il existe une communication pour que les liquides, qui sortent de ces dernières, arrivent par des canaux imperméables dans la purinière, on aura réuni les principales conditions de succès.

Plutôt que de me borner à des indications générales, je reproduirai les détails que M. Boussingault a donnés sur la construction d'une fosse établie par lui près de Mertzwiller, département du Bas-Rhin, pour recevoir le produit de vingt-cinq têtes de gros bétail.

La longueur, dans œuvre, du lieu de dépôt étant de 11 mètres et la largeur de 7 mètres, il a fait construire, pour le service des voitures et dans le sens de

la longueur, une chaussée de 3 mètres, de façon que de chaque côté se trouve une bande large de 2 mètres.

La chaussée est construite en pavés réunis par du ciment et supportée par une couche de béton couvrant, sur une épaisseur de 2 centimètres, la totalité de la surface de la fosse.

La pente de la chaussée, à partir de l'extrémité par où entrent les voitures vides jusqu'à la moitié, est de 10 degrés ; elle est seulement de 5 à partir de la moitié jusqu'à l'autre extrémité par où sortent les voitures chargées. La chaussée est donc formée de deux prismes ayant leur sommet à la moitié de sa longueur, et dont le volume est de 7 mètres cubes environ ; et, comme la hauteur des murs d'enceinte n'est que de 1 mètre, la capacité totale de la fosse est de 70 mètres cubes ; elle deviendrait de 147 mètres, si l'on y accumulait le fumier à la hauteur de 2 mètres.

A une des extrémités de la fosse, celle qui est la plus proche des étables, et dont l'accès est réservé aux voitures chargées, se trouve de chaque côté de la chaussée un réservoir à purin. Chaque réservoir a 2 mètres sur 2 mètres, et une profondeur de 1 mètre 5. Les deux réservoirs communiquent par une voûte pratiquée sous la chaussée et longue, par conséquent, de 3 mètres ; sa largeur est de 0 mètre 7 et sa hauteur est de 1 mètre. La capacité totale de ce double réservoir, ou, si l'on veut mieux, de cette purinière, est de 14 mètres 1, en comptant la voûte de communication.

Pour ne pas diminuer la surface du dépôt, les réservoirs sont fermés, au niveau du fond de la fosse,

par des planches en chêne, suffisamment éloignées l'une de l'autre pour laisser passer les liquides, tout en retenant les matières ayant une certaine consistance. Il est inutile de dire que les surfaces de dépôt ont une légère inclinaison vers les réservoirs, pour que les liquides qui sortent du fumier puissent les atteindre sans difficulté.

Ces réservoirs ne sont pas seulement destinés à recevoir le purin qui s'écoule du fumier et l'eau pluviale qui tombe sur la fosse, mais, en même temps, ils reçoivent, au moyen de caniveaux, les urines provenant des bâtiments, et tout liquide répandu dans les étables et non retenu par la litière. Enfin, dans un des réservoirs, on a établi une pompe à l'angle antérieur le plus éloigné de la chaussée. Cette pompe sert à l'arrosement du fumier ; son corps est en bois, les soupapes en cuir, et sa base est enveloppée d'une claie cylindrique en osier, destinée à filtrer le purin ; elle porte deux orifices de décharge dirigés en sens contraire, que l'on fait fonctionner séparément, selon que l'on veut répandre le liquide sur le fumier ou l'introduire dans les tonneaux pour le faire servir aux arrosements. Le purin est déversé sur le fumier au moyen d'un tuyau de cuir terminé par un tube de métal.

Telles sont les dispositions générales de la fosse dont M. Boussingault a dirigé la construction.

Il me reste à parler des moyens dont cet illustre agronome s'est servi pour que la construction soit parfaitement imperméable.

M. Boussingault a été obligé de construire sa fosse à fumier dans la cour de la ferme, et dans un terrain

formé d'une argile plastique, sur laquelle reposent 6 décimètres de *loam* très-perméable. Pour empêcher les liquides de s'épancher à l'extérieur, et les eaux du dehors de pénétrer dans les réservoirs à purin à travers le *loam*, il a garni toute la maçonnerie enfouie dans le sol par un revêtement d'argile de 1/2 mètre d'épaisseur, bien corroyé et lié à l'argile du fond, qu'on a fortement battu avant de placer la couche de béton, dont l'épaisseur est de 2 décimètres. Il est évident que l'ensemble de la construction est littéralement enclavé dans un massif d'argile plastique, et par conséquent, il est parfaitement étanche.

D'autres précautions ayant pour effet d'éloigner les eaux du dehors, doivent aussi être remarquées.

Le mur d'enceinte est élevé de 1 mètre au-dessus de la couche de béton qui recouvre le fond de la fosse, et il dépasse de quelques décimètres le niveau du sol environnant ; mais sa partie supérieure est taillée en biseau, afin que les eaux pluviales, tombant sur le mur, s'écoulent au dehors.

La cour de la ferme est macadamisée, à l'exception des abords de la fosse, qui sont entourés de quatre bandes de pavés, parallèles à chacun des côtés ; la voie pavée est partagée par un ruisseau, tracé dans son milieu, de manière à faciliter le prompt écoulement de la pluie.

A tous ces détails, il faut en ajouter un dernier, qui n'est pas le moins important, celui de la dépense. Voici les matériaux employés et exprimés en mètres cubes :

MATÉRIAUX.	Mètres cubes.
Moellons	13,64
Chaux	5,00
Sable	10,00
Pierre de taille	5,23
Calcaire concassé, le béton	2,00
Pavés en grès	8,00
Sable pour le pavage	5,00
Planches en chêne, 8 mètres carrés.	

Tel est le matériel qui a servi à la construction d'une fosse à fumier de 77 mètres carrés de superficie, de la capacité de 77 mètres cubes, en comptant les 7 mètres cubes qui représentent le volume de la chaussée, et entourée d'un mur de la hauteur de 1 mètre.

En 1842, M. G. Heuzé a fait construire à Grignon une fosse à fumier qui est beaucoup plus simple que la précédente. Voici les détails publiés par M. Heuzé lui-même :

La fosse est garnie, sur trois de ses côtés, d'un mur de revêtement bâti avec des pierres schisteuses, et appuyé lui-même à un mur de soutènement en terre. Le fond est formé d'une argile très-tenace recouverte par un blocage de cailloutage, et il a une pente de 3 à 4 centimètres par mètre ; la pente la plus forte existe dans le sens de la longueur, et la plus faible dans le sens de la largeur, mais elle est telle que les parties liquides se rendent au milieu de la base du mur de jonction. Ici s'ouvrent deux petits canaux dirigés en contre-bas du fond de la fosse, munis d'un grillage à l'intérieur et d'une vannette à l'extérieur ; leur destination est de conduire les parties liquides dans un réservoir adjacent à la fosse.

Sur ce réservoir existe un plancher reposant sur des madriers, et au milieu duquel est une ouverture destinée à l'introduction d'une pompe à purin.

D'autres agriculteurs, tels que, par exemple, messieurs Moll et Schattenmann, ont construit des fosses sur le même principe, mais dans lesquelles la purinière est située dans le centre, de façon que l'arrosage du fumier est plus facile ; mais, d'un autre côté, la circulation des voitures n'y est pas aussi commode.

Il est aisé de comprendre que du fumier uniformément tassé dans une fosse doit fermenter d'une manière beaucoup plus régulière que s'il se trouve sur une plate-forme exposé de tous les côtés aux intempéries.

La pluie qui tombe dans une fosse peut être mieux calculée que celle qui tombe sur un tas, car ici il n'est guère possible de tenir compte de la portion qui s'introduit par les côtés.

Tandis que, la plus grande partie du temps, le fumier déposé dans une fosse ne présente au soleil que sa surface supérieure, le fumier d'une plate-forme lui présente, au contraire, plusieurs de ses côtés. Aussi le fumier qui a été bien soigné dans une fosse convenablement construite est-il le plus azoté et le plus fertilisant.

§ 48. **Évaluation de la production du fumier pour fixer la capacité d'une fosse.** — J'arrive à la détermination des dimensions de la fosse, et par conséquent à celle de la production du fumier.

Je ne décrirai pas toutes les méthodes que l'on a proposées depuis un demi-siècle, pour évaluer

la production du fumier dans une exploitation. Elles consistent presque toutes à multiplier par un certain nombre, variable selon les auteurs, les fourrages consommés par les animaux et les litières qu'on leur avait données ; d'autres méthodes étaient fondées sur l'observation directe du rapport entre le poids des aliments et des litières introduits dans les étables, et le poids du fumier qui en sortait.

Il est naturel que les multiplicateurs proposés par les différents auteurs ne soient pas représentés par un nombre constant. Chaque auteur a pris pour point de départ l'observation des faits; mais comme ces faits ne se sont pas toujours accomplis dans les mêmes conditions, il en est résulté qu'ils ont conduit à des conclusions différentes. Ainsi, par exemple, dans les fermes où les vaches ne sortent jamais des étables, la production du fumier doit être plus grande que dans les fermes où tout le bétail reste presque toujours dehors. D'un autre côté, les différentes espèces d'animaux dont se compose le bétail d'une exploitation ne produisent pas des quantités proportionnellement égales de fumier. Il est donc nécessaire, quand il s'agit d'adopter une méthode d'évaluation du fumier, de se préoccuper des conditions dans lesquelles elle a été fixée.

a. *Par le procédé de Thaër.* — M. Boussingault conseille la méthode de Thaër, qui consiste à transformer en foin, d'après les équivalents nutritifs, les aliments consommés par le bétail, ajoutant ensuite au poids du foin celui de la paille-litière, et multipliant la somme par le nombre 2,3. Cependant, M. Boussingault n'adopte pas précisément ce multiplicateur, et, à

la suite de plusieurs expériences, il s'est cru obligé de le réduire à 2.

C'est ce même multiplicateur qui a été adopté par beaucoup d'agronomes, qui l'appliquent à toute sorte de nourriture considérée à l'état sec. Mais ce mot *sec* peut donner lieu à un malentendu. Bien des agronomes considèrent le foin normal ou fané comme du *foin sec ;* cependant, si on l'abandonnait dans une étuve à 100 degrés, il perdrait 14 ou 15 0/0 de son poids ; ce qui prouve que le foin fané renferme 14 à 15 0/0 d'humidité. Il en est de même de la paille, qu'on appelle sèche, bien que, à la température de 100 degrés, elle abandonne 10 0/0 d'eau.

Voici un exemple d'un calcul où le foin ordinaire est considéré comme étant du foin sec auquel sont rapportées les quantités équivalentes des autres aliments.

NOURRITURE ET LITIÈRE ENTRÉES, PENDANT UNE ANNÉE, DANS L'ÉTABLE, L'ÉCURIE ET LA PORCHERIE DE BECHELBRONN.

	Quint. mét.		Quint. mét.
Foin, regain et trèfle sec....	2,399	équivalant à foin.	2,399
Avoine.....	153	—	241
Pois.....	4 1/2	—	15
Son.....	5 1/2	—	9
Pommes de terre.....	394	—	114
Betteraves champêtres.....	654	—	119
			2,897
Paille.....			422
TOTAL.....			3,319

En multipliant cette somme par 2, on a 6,638 quintaux métriques de fumier ; mais si l'on tenait compte de l'humidité du foin comptée à raison de 15 0/0, les

2,897 quintaux métriques deviendraient 2,462, et les 422 quintaux de paille se réduiraient à 379, en lui attribuant 1/10 d'humidité; dès lors, les 6,638 quintaux de fumier descendraient à 5,642.

Je donnerai encore un exemple où les substances alimentaires ne sont pas calculées comme du foin, d'après les équivalents nutritifs, mais où elles sont considérées seulement à l'état sec, sauf le foin, auquel on laisse environ 15 0/0 d'humidité, et sauf la paille et le tourteau, auxquels on en laisse environ 10 0/0.

NOURRITURE ET LITIÈRES DONNÉES A UNE VACHE EN STABULATION PERMANENTE, PENDANT UNE ANNÉE, A BECHELBRONN.

Pommes de terre..	2,745k cont.	matière sèche	769k
Trèfle vert en fleur.	5,140	—	1,131
Betteraves.....	1,800	—	234
Paille hachée.....	180	—	180
Foin et regain....	2,364	—	2,364
Tourteau de colza.	90	—	90
Paille-litière.....	912	—	912
			5,680

Si l'on double cette somme, on aura 11,360, ou bien 10,440, si l'on retranche l'humidité des tourteaux, de la paille et du foin.

Cette dernière méthode étant aussi facile que la précédente, il reste à savoir dans quelles limites varient leurs résultats. Voyons donc ce que seraient devenus les 11,360 kil. de fumier, si la litière et les aliments qui les ont produits avaient été rapportés à des proportions équivalentes de foin considéré à son état ordinaire de sécheresse.

En adoptant les équivalents proposés par M. Bous-

singault, les 11,360 kilogrammes de fumier seraient devenus 12,988 kilogrammes : excédant 1,628 kil.

Ainsi, en ne tenant pas compte de l'eau que renferme la vieille paille et le foin que l'on appelle sec, en considérant les autres aliments comme étant dépourvus tout à fait d'humidité, on évalue le fumier à 1/7 de moins que si l'on transformait en foin non-seulement le reste de la nourriture, mais encore la litière, d'après leur équivalent, ou, ce qui revient au même, d'après leur azote.

b. *Méthode de Schwertz.* — Schwertz propose une méthode qui est très-suivie, et qui est fondée sur des considérations qui autorisent à admettre que :

	PARTIES SÈCHES.				
100k	de foin.....	100	produisent	175k	de fumier
—	de paille	100	—	175	—
—	de trèfle vert.....	21	—	36	—
—	de pommes de terre.	28	—	49	—
—	de betteraves.....	10	—	21	—
—	de carottes.....	13	—	23	—
—	de navets.....	10	—	17	—
—	de paille-litière.....	100	—	200	—

Voyons, d'après ces données, quelle quantité de fumier devrait produire la vache en stabulation que nous avons prise pour exemple :

SUBSTANCES CONSOMMÉES.		FUMIER PRODUIT.
Pommes de terre.....	2,745k	1,345k
Trèfle vert en fleur.....	5,140	1,850
Betteraves.....	1,800	378
Paille hachée.....	180	315
Foin et regain.....	2,364	4,137
Paille-litière.....	912	1,824
		9,849

Donc le fumier calculé d'avance et provenant de la même vache aurait été :

	kilos.
Par la méthode de Thaër, ou des équivalents..	12,988
Par la méthode de la dessiccation.....	11,360
Par la méthode de Schwertz.....	9,849

Ce dernier chiffre doit s'élever quelque peu, car le tourteau n'y est pas compris, cette substance ne figurant point parmi les données de Schwertz : dans tous les cas, il est remarquable que la méthode par dessiccation représente justement la moyenne des deux autres.

c. *Par la méthode de M. Heuzé.* — Les multiplicateurs proposés par les agronomes, afin d'évaluer la production du fumier, n'ont été fixés en général que d'après les fourrages consommés, sans tenir compte des espèces différentes des animaux consommateurs. Cependant une quantité de fourrage absorbée par des animaux non-seulement appartenant à des races différentes, mais ne se trouvant pas dans les mêmes conditions, ne produit pas la même quantité de déjections.

Frappé par cette considération, dont la justesse ne saurait être contestée, M. Heuzé, étant fermier du domaine de Grand-Jouan, fit une série d'expériences qui l'autorisèrent à adopter des multiplicateurs spéciaux pour les différentes races d'animaux. Ainsi :

Pour les chevaux.....	1,30
Pour le bœuf de travail.....	1,50
Pour les vaches.....	2,50
Pour les porcs.....	2,50
Pour les bêtes à laine..	1,20

Son mode d'évaluation consistait à réduire la nour-

riture et la litière, de quelque nature qu'elles fussent, à l'état de siccité, et à multiplier le résultat par l'un des nombres convenus.

Ainsi, 100 kilogrammes de foin fané contenant encore 15 0/0 d'eau, produiront, s'ils ont été donnés à un cheval, 110 kilogrammes de fumier ; ils en produiront 127, si c'est un bœuf de travail qui les a absorbés, et 196, si on les a donnés à une vache en stabulation permanente : ces différences tiennent à ce que les 85 kilogrammes de foin absolument sec que renferment 100 kilogrammes de foin ordinaire fané ont été multipliés par 1,30, ou par 1,50, ou par 2,50.

L'agriculteur qui voudrait suivre la méthode de M. Heuzé n'aurait qu'à noter les quantités de fourrages qu'il donne à chaque espèce de bétail, et à consulter le tableau suivant, qui indique approximativement la quantité d'eau contenue dans chaque sorte de fourrage.

TABLEAU DE LA SUBSTANCE SÈCHE ET DE L'EAU QUE L'ON TROUVE DANS 100 KILOGRAMMES DE FOURRAGES ET DANS 100 KILOGRAMMES DE LITIÈRE.

Fourrages.	Humidité.	Substance sèche.
Foins secs	15k	85k
Fourrages verts	75	25
Pommes de terre	75	25
Betteraves	85	15
Carottes	87	13
Topinambours	78	22
Navets	90	10
Feuilles de choux, de navets.	90	10
Résidus de betteraves	70	30
— de pommes de terre.	75	25
Tourteau de lin et de colza	10	90
Son	25	75

Fourrages.	Humidité.	Substance sèche.
Avoine	13k	87k
Panais	85	15
Rutabaga	90	10
Sarrasin (graines)	12	88
Fèves des marais	16	84
Vesces	15	85
Glands verts non décortiqués.	55	45
Glands secs décortiqués	20	80
LITIÈRES.		
Pailles céréales anciennes	10	99
— de sarrasin	15	85
Sciure de bois	25	75
Feuilles mortes	25	75

Ce tableau sous les yeux, connaissant le poids de la nourriture consommée et de la litière distribuée à un bœuf, par exemple, on arrivera à la connaissance du fumier qui sera produit. Voici comment. On multiplie le poids de la nourriture et de la litière par le poids de la substance sèche qu'elles contiennent, et par le multiplicateur adopté pour l'espèce de bétail que l'on considère.

Donnons un exemple. Quelle quantité de fumier donnera un bœuf pendant qu'il consommera 100 kilogrammes de foin, 250 kilogrammes de pommes de terre, et 250 kilogrammes de paille, la litière comprise ?

La réponse sera 558 kilogrammes 750 gr. En effet :

$$\underset{\text{Foin.}}{(100 \times \underset{\text{sèche.}}{85}} + \underset{\substack{\text{de terre.}}}{\underset{\text{sèche.}}{250 \times 25}} + \underset{\text{Paille.}}{\underset{\text{sèche.}}{250 \times 90)}} \times 1{,}5 = \underset{\text{Fumier.}}{558{,}750}$$

Le procédé de M. Heuzé est très-facile, et, ce qui vaut mieux, il est sanctionné par l'expérience : en effet, dans la neuvième livraison des *Annales de Grignon*, on trouve des nombres qui servent admirablement à comparer laquelle des quatre méthodes d'éva-

luation dont nous avons parlé est celle qui s'accorde le mieux avec les faits.

On lit dans ce recueil que des bœufs ayant consommé 281,674 kilogrammes de fourrages divers, litière comprise, correspondant ensemble à 136,384 kilogrammes de substance sèche, avaient produit 232,000 kilogrammes de fumier : en outre, un certain nombre de vaches avaient donné 564,000 kilogrammes de fumier après avoir absorbé 550,330 kilogrammes de fourrages, qui, amenés à l'état sec, ne pesaient plus que 234,099 kilogrammes.

J'ai calculé, d'après les quatre méthodes d'évaluation, quelle quantité de fumier auraient dû donner les deux poids réunis de nourriture et de litière ; je suis arrivé aux résultats suivants :

Par la méthode de M. Heuzé, on aurait dû obtenir.....	743,000 kil. de fumier.
Par la méthode de Thaër.....	729,000
Par la méthode de Schwertz..	724,980
Par la dessiccation des fourrages, moins le foin et la paille.	900,920

Or, la somme du fumier réel produit par les animaux a été de 796,000 kilogrammes. Ainsi, les différences entre les résultats effectifs et ceux du calcul varient dans le sens que voici :

MM. Heuzé calcule.....	53,000 kil.	de moins.
Thaër.....	67,000	—
Schwertz.....	61,020	—
Par la dessiccation des aliments, moins le foin et la paille.....	204,920 kil.	de plus.

Il est évident que la méthode d'évaluation pratiquée

par M. Heuzé est celle qui donne les résultats les plus rapprochés de la réalité, et, jusqu'à preuve du contraire, elle doit être préférée à toutes les autres.

Dès qu'on se sera fait une idée de la quantité de fumier produit dans une exploitation, rien ne sera plus facile que de fixer les dimensions à donner à la fosse qui doit le contenir ; à cet effet, on adoptera d'abord un poids pour le mètre cube du fumier, et on arrêtera combien de fois par an on videra la fosse.

Divers auteurs adoptent :

Pour le fumier *fait* de bœuf.....	700 kil.	le m. c.
Pour le fumier *frais* de bœuf.....	580	—
Pour le fumier *fait* de cheval.....	465	—
Pour le fumier *fait* de bétail mixte.	725	—
Pour le fumier *fait* de bétail, très-tassé.....	820	—

D'après ses observations, M. Boussingault adopte :

Pour le fumier sorti depuis peu des étables, mais bien tassé.....	700 kil.	le m. c.
Pour le fumier à demi consommé et très-humide, tassé en fosse.....	800	—
Pour le fumier très-consommé, humide et fortement comprimé.....	900	—
Pour le fumier frais, très-pailleux à la sortie des étables.....	300 à 400	—
Pour le fumier de fosse arrivé, par la fermentation, à l'état où on le transporte sur les terres.....	800	—

En adoptant donc, avec M. Boussingault, ce dernier chiffre comme représentant le poids moyen d'un mètre cube de fumier normal, et en admettant que la fosse soit vidée deux fois par an, on n'aura qu'à

diviser par 800 le poids du fumier donné par le calcul, et à diviser encore le quotient par 2 ; ou bien encore, on divisera tout simplement le poids calculé du fumier par 1,600 et même par 2,400, si la vidange de la fosse a lieu trois fois par an.

Épuisons ce sujet par un exemple : Soit une étable de vingt-quatre pièces de gros bétail produisant, d'après les calculs, 200,000 kilogrammes de fumier.

Qu'on suppose, en outre, que le système des cultures adopté dans l'exploitation n'oblige à vider la fosse que deux fois par an.

On divisera 200,000 par 1,600, et on aura 125. La surface de la fosse sera donc de 125 mètres carrés, si l'épaisseur de la couche du fumier est seulement d'un mètre ; mais si elle est de deux, la surface sera réduite à 62 mètres 1/2 carrés.

Une fosse avec ces dimensions pourra donc contenir 125 mètres cubes de fumier, moins le volume de la chaussée. Et comme cette chaussée doit avoir 3 mètres de largeur, et que l'espace de chaque côté ne doit pas dépasser 2 mètres, il s'ensuit que la largeur de la fosse étant de 7 mètres, sa longueur sera tout au plus de 9 à 10. J'ai voulu, par cet exemple, donner une idée de la marche à suivre pour déterminer les dimensions d'une fosse à fumier, mais je n'ai pas voulu dire que toute étable de vingt-quatre pièces réclame exactement une fosse de pareilles dimensions. Celles-ci varieront selon la quantité de nourriture et de paille introduite dans l'étable, selon la nature des animaux dont le bétail sera composé, et selon le nombre de fois qu'on videra la fosse en une année.

§ 49. **Données qui doivent servir à fixer les dimensions de la purinière.** — Occupons-nous maintenant des dimensions de la purinière, qui est le complément de la fosse à fumier.

Nous avons vu que, pour une fosse ayant une surface de 77 mètres carrés, M. Boussingault a fait construire une purinière dont la capacité est de 14 mètres cubes : en admettant que ce rapport soit exact, nous n'en conclurons pas qu'il doive être adopté partout. Il nous importe donc d'établir d'après quels principes on doit en fixer les dimensions.

Il importe, avant tout, de connaître la quantité moyenne de pluie qui tombe chaque saison dans la contrée ; ensuite, il faut savoir si la fosse ne doit pas contenir d'autres liquides que le purin et les eaux pluviales ; car, près de grands centres de population, on peut réunir dans la purinière des vidanges liquides pour lesquelles aucun autre réservoir ne sera mieux approprié : dans ce cas, les dimensions devront être plus grandes.

Dans la France occidentale, il tombe à peu près 690 litres d'eau par mètre carré, et, par conséquent, 69 mètres cubes sur une surface de 100 mètres carrés ; mais ce n'est vraiment qu'à la fin de l'automne, pendant l'hiver et au commencement du printemps, c'est-à-dire pendant quatre mois de l'année, que les eaux s'accumulent, car ce n'est pas à cette époque que le fumier a besoin d'être arrosé. Or, la quantité d'eau qui tombe en hiver sur une surface de 100 mètres carrés est de 17 mètres cubes ; le sixième de l'eau qui tombe en automne et dans le printemps est environ

de 6 mètres cubes ; d'où la conséquence que, pour une surface de 100 mètres carrés, dans notre pays, il faudrait une purinière d'environ 23 mètres cubes, pourvu qu'elle n'eût à contenir que le purin et l'eau pluviale qui tombe sur le fumier.

Ainsi, pour la fosse qui nous a servi d'exemple, et dont la surface est de 62 mètres carrés, la purinière devra contenir 14 mètres cubes. Telles sont les dimensions de la purinière que M. Boussingault a fait construire pour une fosse de 77 mètres carrés de surface ; mais ce savant agronome fait observer qu'en Alsace il tombe moins d'eau en hiver, et surtout en automne, que dans l'ouest de la France.

§ 50. **Fumiers longs ou frais, fumiers courts ou vieux.** — Depuis longtemps, les agriculteurs font une différence entre les fumiers *longs* ou *frais* et les fumiers *courts* ou *vieux :* les premiers sont donnés aux cultures lentes des terres fortes, les seconds aux cultures rapides des terres légères. Cela paraît rationnel, car les fumiers frais n'ayant pas encore subi la fermentation, leur partie pailleuse doit être plus tardive à se désorganiser, et, par conséquent, ses principes ne doivent devenir assimilables qu'à la longue ; en outre, ils séparent les parties trop compactes des terres fortes et en amoindrissent ainsi le principal défaut.

Au contraire, les fumiers qui, ayant vieilli dans les étables, les plates-formes ou les fosses, ont subi la fermentation, ne conservent que très-peu de parties organisées, et leurs principes constitutifs sont, par cela même, plus assimilables et prêts, pour ainsi dire, à

être absorbés par les racines ; de plus, leur consistance et leur homogénéité, loin d'écarter les particules terreuses des sols légers, tendent à les rapprocher et à corriger le défaut qui les caractérise.

Cependant, l'emploi exclusif des fumiers frais est recommandé par d'autres agriculteurs, qui s'appuient sur ce que le fumier, en vieillissant, perd une grande partie de ses principes et entraîne à une dépense de main-d'œuvre pour son entretien. Ils ajoutent que le fumier frais, une fois enterré, finit par devenir assimilable, aussi bien que le fumier consommé ; ils concluent enfin que rien ne vaudrait mieux que de le transporter directement sur les terres à sa sortie des étables.

D'abord, une question est toujours oiseuse, selon moi, lorsque, considérée à un point de vue pratique, elle n'en est plus une. Pour que les cultivateurs fussent à même de transporter dans les champs les fumiers à mesure qu'ils se forment, il faudrait qu'ils eussent un plus grand nombre d'attelages, et qu'une partie des champs fût toujours préparée pour recevoir le fumier.

Il me semble que proclamer l'emploi exclusif du fumier frais, c'est proclamer l'impossible, du moins dans l'immense majorité des cas. Au surplus, le raisonnement et l'expérience ont prouvé depuis longtemps que, si l'on transportait dans des terres chaudes et légères du fumier frais, et surtout pendant les saisons sèches, on n'en tirerait aucun bon effet. Car, un fumier très-volumineux introduit dans une terre légère et très-meuble en augmentera encore la divi-

sibilité, et dès lors la fermentation ne marchera pas régulièrement, ne trouvant plus les principales conditions favorables, telles qu'une température modérée, et un certain degré d'humidité.

Pour des raisons toutes différentes, les terres fortes et très-compactes ne valent pas mieux pour recevoir les fumiers frais. Ici, ce n'est pas la trop forte chaleur et la sécheresse du sol qui empêcheront la marche régulière de la fermentation, mais le manque d'air et la température trop peu élevée.

Ainsi, à la difficulté matérielle que présentent le défaut d'attelages et l'état actuel des terres, il faut ajouter la différence de nature qu'offrent les terres d'une certaine étendue.

Je n'hésiterais pas à fumer avec du fumier frais une terre moyenne qui ne serait ni trop forte, ni trop légère, et qui serait destinée, non pas à recevoir le froment, mais toute autre culture à végétation lente, telles que certaines plantes fourragères et commerciales.

Si maintenant on me posait la question : Vaut-il mieux employer du fumier frais que du fumier très-consommé et réduit à cet état qui est connu sous le nom de *beurre noir*, je répondrais en faveur du premier ; car, si le fumier consommé est le plus soluble, et par conséquent le plus assimilable, en revanche la quantité absolue de ses principes fertilisants est moindre que celle des fumiers frais. Pour s'en convaincre, il faut se rappeler que, d'après les expériences de Koerte, 100 charretées de fumier frais sont réduites à 73 dans l'espace de 81 jours de fermenta-

tion, et que, dans l'espace de 13 mois, les 100 charretées ne font plus que 47. Cette diminution de volume ne tient pas seulement à un plus grand rapprochement des particules du fumier entre elles, mais encore à un dégagement d'une partie de ses principes organiques que la fermentation fait passer à l'état de gaz ; et parmi eux, ne l'oublions pas, il y en a d'azotés.

En somme, je crois que l'emploi systématique des fumiers frais, outre qu'il n'est guère praticable, ne manquerait pas d'être dangereux : il ne serait pas efficace dans les terres très-légères, et il serait peu actif dans les terres très-fortes, car sa décomposition y serait trop lente ; il serait pernicieux pour les froments, qu'il ne manquerait pas de salir, mais il serait excellent pour les terres moyennes destinées aux cultures à végétation lente. Les praticiens savent qu'on peut donner avec avantage du fumier frais aux pommes de terre, et point aux betteraves ; or, de ces deux plantes, la dernière est celle qui reste le moins en terre.

L'emploi du fumier frais exigeant certaines réserves, celui des fumiers très-consommés n'étant pas économique, la conséquence définitive c'est que, dans la pratique, le fumier qui est destiné à rendre le plus de services est celui dont la paille, ayant subi une certaine fermentation, *commence à perdre de sa consistance et se laisse facilement déchirer.*

§ 51. **Caractères des différents fumiers.** — Jusqu'à présent nous avons parlé du fumier à un point de vue général, nous allons nous occuper des diffé-

rences qu'il pourrait présenter dans ses effets à cause de la différence de son origine.

a. *Fumier des bêtes à laine.* — Le fumier des *bêtes à laine*, séjournant longtemps dans les bergeries, souvent des mois entiers, se trouve fortement tassé par les pieds des animaux ; et lorsqu'il en sort, il est en grandes plaques dont l'épandage serait fort difficile, si on les portait directement sur les terres.

La ténacité de ce fumier ne provient pas seulement du piétinement auquel il est soumis, mais encore de ce que les déjections liquides des bêtes à laine sont peu abondantes, et que les solides sont dures et compactes ; aussi les réserve-t-on pour les sols argileux, tourbeux et calcaires, ces derniers étant d'ordinaire perméables tandis que les autres sont humides par leur nature.

Il n'en serait plus de même si ce fumier était donné aux terres, au moyen du *pacage ;* dans ce cas, il conviendrait seulement aux sols légers que le piétinement des animaux tasserait, tandis qu'il augmenterait la compacité des terres fortes, qui auraient besoin au contraire d'être ameublies.

Sa richesse en azote, plus grande que celle des autres fumiers, et la facilité avec laquelle il se décompose lorsqu'il est dans un milieu humide, en font un fumier très-énergique, qui occasionne la verse des blés et rend les betteraves salpêtrées ; mais, quand on en met 15 à 16,000 kil. dans un hectare de *navette*, de *colza*, de *choux*, de *tabac*, ou de *chanvre*, plantes à végétation luxuriante et qui ne craignent pas les fortes fumures, on obtient des récoltes magnifiques.

b. *Fumier de porc.* — Après le fumier de mou-

ton, vient celui de *porc*, par ordre de richesse en azote.

Les Anglais, qui donnent à leurs porcs de fortes quantités de semences farineuses et de tourteaux, se louent beaucoup du fumier de ces animaux. Les Français et les Allemands, qui ne laissent entrer dans les loges que des aliments généralement liquides et peu animalisés, ne font pas beaucoup de cas du fumier qui en sort. Si en France et en Allemagne on trouve que le fumier de porc n'est pas très-fertilisant, c'est moins à ces animaux qu'il faut s'en prendre qu'aux agriculteurs français et allemands.

Il est évident que si l'on oblige les porcs à ingérer une grande quantité de substances liquides, leurs urines seront très-abondantes et nécessiteront beaucoup de litière ; dès lors, la masse entière du fumier perdra de sa force fertilisante. Il n'en sera plus de même, si le régime est moins aqueux et plus nutritif. D'ailleurs, tous les praticiens reconnaissent l'énergie du fumier des porcs à l'engrais se nourrissant d'aliments très-substantiels.

On lui reproche de contenir beaucoup de graines de mauvaises herbes, et d'être corrosif. Ces deux reproches ne seront plus fondés, si l'on fait servir ce fumier pour les prairies ou les plantes sarclées.

Au reste, les porcheries n'étant pas d'ordinaire assez grandes pour que les fumiers qui en sortent forment une forte masse, on les mêle presque toujours avec ceux des écuries. Nous verrons dans un instant pourquoi ce mélange donne de très-bons résultats.

c. *Fumier de cheval.* — Beaucoup de cultivateurs font peu de cas du *fumier de cheval ;* cependant sa richesse en azote est supérieure à celle du fumier des bêtes à cornes, et il est le plus chaud de tous les fumiers. Pour s'en convaincre, on n'a qu'à fumer un champ avec du fumier de cheval qui n'a pas encore fermenté ; on est sûr d'avoir une belle récolte : il arriverait le contraire, si le fumier était vieux. Expliquons pourquoi.

Les chevaux sont d'ordinaire nourris avec des substances sèches, telles que foin et graines ; par conséquent, leurs déjections ne peuvent pas être très-humides : celles-ci, une fois entassées, s'échauffent rapidement et se dessèchent en perdant la plus grande partie de leur azote. Or, si par des arrosages on n'entretient pas dans la masse une quantité d'eau suffisante pour modérer cette vive fermentation ; si par un tassement approprié on n'empêche pas le libre accès de l'air dans l'intérieur du tas, le fumier finira par ne pas être meilleur que de la litière.

Ceci explique pourquoi ce fumier, étant frais, produit de si beaux résultats, et pourquoi, étant vieux, il en produit de si médiocres ; ceci prouve également que ce n'est pas au fumier qu'il faut s'en prendre quand il est inefficace, mais à ceux qui ne savent pas le soigner. Enfin, ce qui précède nous rend compte de la supériorité reconnue d'un mélange de fumier d'écurie et de fumier de porcherie : l'aridité de l'un est corrigée par l'humidité excessive de l'autre, et on obtient ainsi un produit moyen qui ne laisse rien à désirer. Schwertz, Puvis et Schattenmann, qui ont

bien soigné le fumier de cheval et qui ne l'ont pas abandonné, pendant des mois, à toutes les intempéries, ainsi que cela arrive sous nos yeux, le proclament le premier de tous les fumiers.

Le fumier de cheval, bien préparé, convient à tous les sols ; quand il a été négligé, il n'est utile qu'aux terres compactes, argileuses, froides et humides : 20,000 kilogrammes fertilisent 1 hectare de terre aussi bien que 35 à 38,000 kilogrammes de fumier d'étable.

d. *Fumier de vache.* — Le fumier des étables, pas plus que les fumiers qui sortent des écuries, des bergeries et des porcheries, n'offre pas toujours les mêmes propriétés, qui doivent varier non-seulement avec la qualité et la quantité de nourriture, mais avec l'âge et le sexe des animaux. Un veau, une génisse, un jeune taureau, une vache portière ou laitière, ne produiront jamais, toutes choses égales d'ailleurs, un aussi bon fumier qu'un bœuf ou une vache à l'engrais, ou qu'un bœuf de travail. Tous les principes minéraux, gras et plastiques, qui seront employés à développer le fœtus, à former le lait et à faire grandir les jeunes animaux, seront soustraits au fumier ; mais je me hâte d'ajouter que ce qu'on ne trouve pas dans le fumier, on le trouve presque entièrement à l'état de lait, de beurre, de fromage, de suif, de viande et d'os.

D'un autre côté, un bœuf à l'engrais, qui serait nourri en grande partie avec des grains et des tourteaux, donnerait un meilleur fumier que s'il était nourri avec des betteraves ou des résidus de féculerie.

C'est le cas de répéter le proverbe : « *Tant vaut le fourrage, tant vaut le fumier.* »

Quoi qu'il en soit, le fumier des bêtes à cornes est beaucoup plus aqueux et moins énergique que celui des chevaux ; mais, comme sa grande humidité en tempère la fermentation, et permet aux litières de bien s'imbiber, elle le rend de tous les fumiers le plus durable et le mieux approprié à toutes les cultures : le plus durable, car sa décomposition s'effectuant avec lenteur dans le tas, il est ordinairement loin d'être consommé lorsqu'on le porte aux champs, et dès lors sa complète décomposition a lieu dans le sol ; le mieux approprié à toutes les cultures, parce que, en se décomposant lentement sous terre, il assure aux plantes une nourriture pendant toutes les phases de leur végétation.

Cependant les sols qui lui conviennent le mieux sont les sols calcaires, siliceux, légers, perméables et chauds ; ce qui justifie la dénomination de *fumier froid*, que les praticiens lui ont donné de temps immémorial. Il peut aussi convenir aux terres fortes et froides ; mais alors son action est moins durable, surtout si on l'y introduit lorsque sa décomposition est avancée.

40,000 kilogrammes de fumier de bêtes bovines sont une belle fumure pour un hectare ; 30,000 sont une fumure moyenne.

Voici la composition du fumier *normal* ou du fumier ordinaire, qui, le plus souvent, n'est qu'un mélange de fumiers de différentes provenances.

Nous prenons l'analyse, faite par M. Boussingault,

d'un fumier produit par 30 chevaux, 30 bêtes bovines, 15 à 20 porcs, et qui, parvenu à un état moyen de décomposition, peut être considéré comme le type d'un fumier mixte.

1,000 k., à leur état normal d'humidité, renferment :

Eau			791,70k
Matières organiques...	Carbone	74,00	141,00
	Hydrogène	9,00	
	Oxygène	54,00	
	Azote	4,00	
Matières minérales....	Acide carbonique	1,400	67,30
	— phosphorique	2,000	
	— sulfurique	1,300	
	Chlore	0,400	
	Sable, argile, silice	44,600	
	Chaux	5,700	
	Magnésie	2,400	
	Oxyde de fer	4,100	
	Potasse et soude	5,100	
			1,000

Si on avait analysé cet engrais encore frais, il aurait probablement renfermé un peu plus d'azote ; s'il avait été plus âgé, il en aurait contenu un peu moins ; ce qui prouve que la fermentation entraîne une perte d'azote probablement à l'état d'ammoniaque.

Cette perte est peu sensible lorsque la fermentation est bien dirigée ; elle est considérable, au contraire, lorsque la fermentation est négligée.

C'est sur ce fait qu'il faut que j'insiste, car empêcher la dispersion des principes fertilisants du fumier, c'est en augmenter la production ; c'est augmenter le nombre du bétail sans bourse délier ; c'est obtenir plus de

fumier de la même quantité de fourrage ; c'est récolter plus abondamment sans plus de frais ni plus de travail.

§ 52. **Progrès dans la connaissance des phénomènes chimiques qui accompagnent la formation du fumier.** — Jusqu'à ces derniers temps on avait des idées très-vagues sur la nature des réactions chimiques qui se passent dans un tas de fumier. Aujourd'hui, bien que loin encore d'une connaissance complète, on sait cependant quelle forme prend la plus grande partie de l'azote qui est contenu dans les litières et les déjections. M. le baron Paul Thénard est parvenu à découvrir dans le fumier une nouvelle substance azotée, l'*acide fumique*, dont les propriétés révèlent non-seulement quelles sont les conditions indispensables pour obtenir un bon fumier, mais en même temps les phénomènes qui se passent lors de son emploi.

Quelle que soit la variété des substances qui concourent à la formation du fumier, toujours est-il qu'on peut les ramener à deux : 1° le ligneux ou le principe végétal ; 2° le principe animal *putrescible*. Sous l'influence mesurée et convenablement appliquée de l'air et de l'humidité, il s'établit bientôt une fermentation, une véritable combustion de certaines portions du ligneux, et il se produit de l'*acide fumique*, substance qui contient 5 à 6 d'azote, et qui par sa stabilité tient en réserve l'azote et l'empêche de se disperser sous la forme d'ammoniaque. L'acide fumique représente donc le principe azoté essentiel du fumier, et il en est la mesure. Hors des conditions énoncées, il ne se fait d'acide

fumique, et par conséquent de bon fumier, ni dans les tas, ni dans les fosses, ni dans les étables. Aussi l'urine putréfiée seule n'en donne-t-elle pas. Putréfiée avec du ligneux qu'on y plonge, l'air manquant, il ne s'en produit pas encore. Les terres des cimetières, si riches en matières animales, n'en contiennent pas plus que les terres du voisinage, et cela parce que, n'étant pas labourées, l'air n'y a pas d'accès. Les fumiers accumulés petit à petit par les malheureux qui glanent les déjections des animaux le long des routes, malgré la masse des matières animales qui les composent, contiennent généralement moins d'acide fumique que les fumiers des fermes, parce que, l'humidité leur manquant, l'air réagit trop vivement, et ils perdent leur azote.

On ne saurait douter que l'*acide fumique* ne soit le réservoir où va s'accumuler l'azote qui, à la suite de la fermentation pure et simple des substances animales, se dégagerait, en grande partie du moins, sous la forme de gaz ammoniac, lorsqu'on sait qu'en arrosant avec de l'ammoniaque des tas de paille, des feuilles, de la sciure de bois, qui contiennent des matières fermentescibles, M. Thénard a obtenu de l'acide fumique, tandis qu'il n'en a pas obtenu en faisant agir de l'ammoniaque sur du coton, substance où le principe fermentescible fait défaut.

C'est un grand pas de fait dans la question de la confection des fumiers, que de savoir que l'ammoniaque provenant des matières animales en fermentation agit sur les matières végétales et s'y fixe, l'air et l'humidité aidant, pour donner naissance à un corps dé-

fini, stable, et qui, plus tard, s'offrira aux racines comme un aliment.

Mais est-ce bien l'*acide fumique* que les racines absorbent ? On ne peut pas l'admettre, puisque cet acide est insoluble : d'ailleurs ne le serait-il pas, où seraient les preuves de son importance, considéré comme aliment des végétaux, lorsqu'on sait que M. Boussingault est parvenu à faire végéter des plantes rien que par le concours d'engrais minéraux tels que du *salpêtre*, du *phosphate de chaux* et du *silicate de potasse ?*

Ce désaccord entre les résultats incontestables obtenus par M. Boussingault, et les opinions émises par M. Thénard sur l'importance du rôle de l'acide fumique dans l'alimentation des plantes, est effacé du moment où il a été montré que l'acide fumique, sous l'influence d'actions *oxydantes*, passe à l'état de nitrate, de même que les nitrates, sous l'influence d'actions *réductrices*, passent à l'état d'acide fumique.

Admettons donc, ainsi que l'expérience le montre, que le sol arable est formé de deux couches superposées ; la supérieure oxydante et oxydée, l'inférieure désoxydante et désoxydée. Les matières azotées, déposées dans la première couche, engendrent des nitrates en s'oxydant ; ces nitrates, entraînés par les eaux dans la couche inférieure, passent à l'état d'ammoniaque en se réduisant : l'ammoniaque que les spongioles des racines n'absorberont pas, agira sur les substances végétales de la couche inférieure et disparaîtra en donnant naissance à de l'acide fumique.

Qu'en vertu des labours, la couche inférieure riche

d'acide fumique devienne couche supérieure, les influences oxydantes qui s'exercent dans cette couche transformeront l'acide fumique en nitrates.

Voilà dévoilée la rotation providentielle qui assure la nourriture aux plantes et qui justifie en même temps les moyens préconisés pour obtenir de bons fumiers.

CHAPITRE VII.

LITIÈRES.

Sommaire. — 53. Bonnes qualités de certaines litières autres que les pailles. — 54. Qualités particulières des litières-céréales. — 55. Déplorable habitude de brûler certaines pailles. — 56. La paille d'avoine vaut peut-être mieux comme aliment que comme litière. — 57. Litière de *genêt* et de *bruyère*. — 58. Services que peuvent rendre la *tourbe* et la *tannée* dans les étables. — 59. Emploi de la *terre* comme litière. — 60. Objections. — 61. Préparation de la terre devant servir de litière. — 62. Économie résultant de l'emploi de la terre pour absorber les déjections du bétail.

§ 53. **Bonnes qualités de certaines litières autres que les pailles des céréales.** — On commence enfin à comprendre que l'on peut faire servir de litière d'autres pailles que celles des céréales. Un grand nombre d'agriculteurs, qui jadis brûlaient les pailles de sarrasin et de colza, et les fanes de pommes de terre, aujourd'hui les convertissent en fumier, après les avoir fait passer par les étables.

On pourrait de la même manière utiliser d'autres pailles, lorsqu'il n'y aurait pas un plus grand avantage à les faire servir comme nourriture.

Rappelons-nous que plus la litière apporte de principes fertilisants au fumier, meilleur elle le rend.

Cela dit, comparons, sous le rapport de l'azote, la composition des pailles-céréales avec celle des fanes de pommes de terre, de la paille de sarrasin, et de colza.

RICHESSE EN AZOTE DE QUELQUES LITIÈRES CONSIDÉRÉES DANS LEUR ÉTAT ORDINAIRE D'HUMIDITÉ.

Nom de la paille.	Azote.
Fanes de pommes de terre.....	2,00 0/0
Paille de colza.....	0,55
— de sarrasin.....	0,50
— d'orge.....	0,23
— de froment.....	0,35
— d'avoine.....	0,28
— de seigle.....	0,29

On voit que les pailles-céréales sont les moins azotées, les fanes le sont beaucoup plus ; les pailles de sarrasin et de colza tiennent le milieu.

Tandis que les pailles-céréales apportent au fumier une quantité considérable de silicates, les fanes de pommes de terre, la paille de sarrasin et de colza lui apportent beaucoup d'alcali et d'acide phosphorique. Or, ces dernières substances sont les plus opportunes dans les engrais, attendu que les plantes n'en trouvent pas en abondance dans la partie minérale du sol.

Cette considération est plus importante qu'on ne le croirait. En effet, les produits agricoles alimentaires ont d'autant plus de valeur qu'ils contiennent plus d'azote : or, plus ils sont azotés, plus ils sont phosphatés ; par conséquent, plus un engrais sera riche en azote et en acide phosphorique, plus il sera apprécié,

car il vaudra mieux pour donner des produits à valeur élevée.

Sous ce rapport, les litières-céréales ne donnent pas les meilleurs fumiers.

§ 54. **Qualités particulières des litières-céréales.** — Cependant, ces sortes de pailles ont leurs qualités : en vertu de leur forme tubulaire, elles absorbent parfaitement la partie liquide des déjections. Cette propriété est précieuse, notamment lorsque les bestiaux, étant au vert, mangent des aliments très-aqueux. A cette époque, si les litières n'étaient pas très-absorbantes, la perte en purin serait beaucoup plus forte qu'elle ne l'est ordinairement. Tant que les étables ne seront pas mieux soignées, tant que les cultivateurs ne se seront pas habitués à ne pas perdre les liquides qui en sortent, les pailles des céréales auront toujours un mérite incontestable comme litières.

D'après cela, il faudrait donc continuer à utiliser les fanes de pommes de terre et les pailles de sarrasin et de colza, comme on le fait dans la plus grande partie de nos campagnes, mais réserver l'emploi exclusif des pailles-céréales pour les époques où les animaux de la ferme sont au vert.

§ 55. **Déplorable habitude de brûler certaines pailles.** — Quant à ceux qui ont encore la déplorable habitude de brûler certaines pailles, et notamment celle de sarrasin, je leur dirai que lorsqu'ils brûlent 100 kilogrammes de cette dernière, la cendre qu'ils en tirent pèse environ 3 kilogrammes.

S'ils avaient fait servir comme litière les 100 kilogrammes de la paille qu'ils ont brûlée, ils auraien

obtenu à peu près 150 kilogrammes de fumier frais, quantité suffisante pour fumer un demi-are de terre. Or je demande si quelques poignées de cendre répandues sur ce demi-are pourront jamais remplacer une fumure !

Indépendamment de cette considération, il faut observer qu'en brûlant une paille, on convertit en fumée tout ce qui serait devenu humus, si l'on en avait fait du fumier.

Ce que je viens de dire pour la paille de sarrasin, je l'applique en général à toutes les matières végétales qu'on brûle.

§ 56. **La paille d'avoine vaut peut-être mieux comme aliment que comme litière.** — La paille d'avoine, depuis un temps immémorial, est donnée en nourriture au bétail, et non sans quelque raison. Outre que l'expérience de tous les jours démontre que les animaux la mangent avec plaisir, ce qui est déjà beaucoup, cette paille, plus que les autres, est riche en matières grasses : je ne connais aucun fourrage qui puisse lui être comparé sous ce rapport. Ni le foin, ni le trèfle, ni les choux, ni les betteraves, ni les carottes, ni les navets, ni les pommes de terre, et à plus forte raison leurs fanes, et toutes les pailles proprement dites, ne contiennent autant de matières grasses que la paille d'avoine ; et quand on pense que les principes gras des litières ne contribuent nullement à améliorer le fumier, on doit approuver l'usage de faire consommer cette paille par les animaux plutôt que de la leur donner comme litière.

§ 57. **Litière de genêt et de bruyère.** — Dans les

pays de landes, on a l'excellente habitude d'utiliser la bruyère et le genêt comme litière : on ne saurait assez y applaudir, car ces deux plantes sont plus azotées que les pailles ordinaires ; si bien que si leur texture n'était pas un obstacle à leur prompte transformation en fumier, peu d'engrais pourraient rivaliser avec elles. En effet, d'après les données fournies par M. Girardin, 7,000 kilogrammes de feuilles de bruyères sèches, et 10,000 kilogrammes de genêt (tiges et feuilles), équivalent à 30,000 kilogrammes de fumier ordinaire.

Leur meilleur emploi est de les mêler encore frais à la paille, après avoir divisé ou écrasé sous les pieds des animaux ou les roues des voitures les parties dont la texture est ligneuse.

Sur les bords du Rhin, on a une méthode particulière de faire servir les bruyères à la confection du fumier. Voici ce qu'en a dit M. Girardin :

Le niveau des étables est environ de 50 centimètres au-dessous du niveau du sol environnant. Lorsque l'étable a été vidée, on en garnit le fond d'une couche de bruyère et de gazon de bruyère de 20 centimètres d'épaisseur ; puis on répand de la paille par-dessus. La partie liquide des déjections étant absorbée par les bruyères, la paille peut rester sous le bétail plus longtemps que d'ordinaire. Lorsqu'elle est complétement imprégnée, on se contente d'en mettre une nouvelle couche par-dessus, jusqu'à ce que le fumier ait atteint une certaine hauteur. On enlève alors tout le fumier de paille ; mais on laisse les bruyères, sur lesquelles on en place de nouvelles en quantité égale ;

puis on continue, comme auparavant, à mettre de la paille. Enfin, on met une troisième et même une quatrième couche de bruyère, suivant la profondeur de l'étable. On ne cesse que lorsque la position du bétail deviendrait incommode. On enlève alors tout l'engrais de bruyère, et on le met en tas, en ayant soin de le stratifier avec du fumier ordinaire.

Ce procédé peut être appliqué au genêt et à beaucoup d'autres plantes ou débris de plantes dont on ne songe guère à faire des litières, et dont la richesse en azote dit assez qu'elles pourraient être mieux utilisées qu'elles ne le sont généralement. En voici une liste avec l'indication de la quantité d'azote qu'elles renferment :

PLANTES OU DÉBRIS DE PLANTES POUVANT SERVIR DE LITIÈRE.

Feuilles de bruyères sèches	1,74
Fougère	1,42
Genêt	1,38
Feuilles de poirier	1,36
Ajonc	1,34
Feuilles de hêtre	1,17
Feuilles de chêne	1,17
Buis, rameaux et feuilles	1,17
Balles de froment	0,85
Roseaux	0,75
Feuilles d'acacia	0,72
Houx	0,67
Paille de colza	0,55
Sciure de chêne sèche	0,54
Feuilles de peuplier	0,53
Gazon des prairies	0,53
Tiges de topinambour	0,37
Sciure d'acacia sèche	0,29
Sciure de sapin sèche	0,16

§ 58. **Services que peut rendre la tourbe dans les étables.** — Il est une substance, la tourbe, qui pour-

rait rendre de grands services comme litière, non-seulement à cause de ses éléments, mais aussi par la commodité de son emploi.

Depuis longtemps on a proposé la tourbe comme engrais; mais ce qui a éloigné les cultivateurs de l'adopter, c'est que, pour la rendre propre à cet usage, on aurait dû lui faire subir des préparations coûteuses, ayant pour but de neutraliser ses acides et de l'enrichir de quelques principes fertilisants, comme l'azote et les phosphates, dont elle est pauvre ou dépourvue.

Mais quand on pense qu'en la faisant servir de litière, ses défauts se corrigent tout seuls; quand on pense que, vu son état spongieux, nulle matière ne lui est comparable, pour la faculté absorbante; que la tourbe est une source immédiate et très-riche d'humus; que, vu sa texture lâche, elle n'exige pas une grande dépense de force pour être divisée et amenée à l'état convenable, pour servir dans les étables; qu'enfin, elle contient plus d'azote que le fumier frais, on a lieu de s'étonner qu'après son emploi comme combustible, on ne l'ait pas mieux utilisée qu'on ne l'a fait jusqu'à présent.

Je dis qu'en la faisant servir de litière, ses défauts se corrigent naturellement; en effet, en absorbant les parties liquides des déjections animales, elle se trouve en contact intime avec les produits de leur fermentation; parmi ces produits, il y a de l'ammoniaque, qui saturera ses acides et lui enlèvera l'âcreté qu'on lui reproche. De plus l'azote qui est propre à la tourbe exige peu de temps pour devenir assimilable, puisque

les parties qui le renferment sont désorganisées, ou en voie de l'être.

Il est vrai qu'elle est dépourvue de phosphates, et, sous ce rapport, sa présence tendrait à affaiblir l'efficacité du fumier dont elle ferait partie ; mais il ne faut pas oublier que 1,000 kilogrammes de fumier frais ne contiennent guère plus de 2 kil. 1/2 d'acide phosphorique, quantité que l'on trouve à peu près dans 6 à 7 kilogrammes de bon noir d'Amérique ; en introduisant une pareille quantité de ce noir dans la portion de tourbe qui augmenterait de 1,000 kilogrammes le poids du tas de fumier, on éviterait les inconvénients qu'on serait tenté de redouter. Si à 1,000 kilogrammes de tourbe destinée à servir de litière on ajoutait 12 kilogrammes de phosphates fossiles, on y introduirait à peu près autant d'acide phosphorique qu'il y en a dans le fumier, et son pouvoir absorbant n'en serait nullement amoindri.

Lord Meadowbank mélangeait la tourbe avec du fumier d'écurie, dans la proportion de 3 parties de la première et de 1 partie du second, et il obtenait une masse qui, par son activité, ne différait pas sensiblement du fumier d'écurie pur. D'ailleurs, ne sait-on pas qu'aucun sol n'est aussi fertile qu'un sol tourbeux, lorsqu'il a été adouci par de la chaux, ou corrigé par le drainage ? Ce qui prouve que, dans la tourbe, il ne faut pas voir une substance n'agissant que par ses propriétés physiques. Plus que toutes les autres litières, elle apporte aux fumiers un riche contingent de principes fertilisants.

Je sais que l'emploi de la tourbe, en agriculture, est

subordonné à son prix de revient; mais les facilités qu'offrent les chemins de fer pour le transport des produits agricoles, pourraient faire de la tourbe un agent de fertilisation d'une grande importance. La tannée, en vertu de sa propriété absorbante, est aussi une substance qui peut rendre des services, étant employée comme litière. Une fois imprégnée de déjections animales, la décomposition de son principe tannique s'accomplit promptement, et en peu de temps elle devient un bon fumier. La tannée peut même être stratifiée directement avec le fumier normal, et alors elle le bonifie en y ajoutant beaucoup d'humus et une certaine quantité de principes calcaires et alcalins.

§ 59. **Emploi de la terre comme litière.** — Une autre matière qui pourrait servir économiquement de litière, c'est la terre.

Il est regrettable que l'on ignore généralement le parti qu'on pourrait tirer de la terre, dans le cas où le prix de la paille serait très-élevé et où il y aurait disette de fourrages proprement dits.

Une considération d'un ordre élevé milite en faveur de l'introduction raisonnée de la terre dans les étables. M. de Gasparin a démontré que, pour entretenir les terres, il faudrait que, dans la somme des engrais qu'on leur donne, les matières organiques azotées fussent aux matières organiques non azotées comme 1 est à 2 1/2. Or, dans le fumier ordinaire, ce rapport est à peu près comme 1 est à 6, circonstance qui tend à amoindrir les récoltes, malgré de fortes fumures, attendu que ces dernières, étant trop pailleuses, rendent

le sol plus perméable à l'air et par conséquent plus prompt à se dessécher.

D'un autre côté, un fumier qui serait dépourvu de litière pailleuse et qui ne serait formé que de déjections incorporées avec de la terre, nécessiterait l'emploi fréquent d'engrais organiques supplémentaires ; car le sol, pour entretenir sa fertilité, a besoin d'une certaine quantité d'humus que le fumier terreux ne peut pas lui fournir.

Si la substitution de la terre à la litière ordinaire n'avait pour but que de permettre de fournir au bétail une plus forte ration de paille et de réduire celle du fourrage proprement dit, quand même il n'y en aurait pas disette, l'avantage, qu'on en tirerait, serait fort douteux ; car, en outre de l'achat des engrais supplémentaires, on aurait une perte dans le peu de développement du bétail, ou dans la faible production du lait. On n'obtiendra d'une vache beaucoup de bon lait, d'un veau une rapide croissance, et d'un bœuf un prompt engraissement, qu'à condition que la vache, le veau et le bœuf soient bien nourris ; mais plus la paille dominera dans une ration, moins la ration sera nourrissante.

Il ne s'agit donc pas de bannir les pailles de l'étable et de les remplacer par de la terre, mais de leur offrir, par l'emploi de la terre, un utile auxiliaire.

Y a-t-il abondance de fourrages et de pailles, l'intervention modérée de la terre dans la litière amendera pour ainsi dire le fumier, qui est toujours trop pailleux, ainsi que nous l'avons dit, et empêchera, par sa présence, la dispersion des déjections liquides.

Est-ce le fourrage seul qui abonde dans l'exploitation ; l'usage modéré de la terre viendra encore combler le vide occasionné par la disette de la paille.

Est-ce la paille qui abonde, et non le fourrage ; la terre permettra d'utiliser la paille plutôt comme nourriture que comme litière.

En somme, si la substitution complète et systématique de la terre à la litière ordinaire est déraisonnable au point de vue d'une pratique éclairée, l'emploi rationnel de la terre peut rendre des services incontestables.

Si, dans nos campagnes, on avait été familiarisé avec une pareille pratique, lorsque la disette des fourrages fit tomber si bas, il y a quelques années, le prix de la viande, peut-être aujourd'hui ce prix ne se trouverait pas si élevé.

§ 60. **Objection.** — On objecte à cette pratique que les terres occasionnent des dépenses assez fortes pour être transportées, et qu'il n'est pas facile, dans une grande exploitation, de s'en procurer beaucoup. Mais on peut répondre avec M. Isidore-Pierre, que lorsque les voitures vont conduire les fumiers dans les champs, elles reviennent ordinairement à vide. Or, avec un léger surcroît de temps et de main-d'œuvre, on pourrait les ramener chargées de terre, sans compter que, dans toutes les exploitations, il y a des moments perdus pour les attelages qu'on pourrait utiliser à cet objet. Il est rare d'ailleurs que, dans un domaine, il ne soit pas nécessaire de redresser ou de tracer des chemins ; on aurait, dans ce cas, la terre de l'encaissement, qu'on remplacerait par des pierres dont on aurait déblayé

les champs. De cette manière, on obtiendrait un triple résultat : on épierrerait le sol cultivé, on abrégerait les chemins tout en les améliorant, et on se procurerait la terre dont on ferait la litière.

Enfin, dès qu'on aura l'intention de la faire servir à cet usage, le curage des fossés et des mares produit une masse assez considérable de terre pour qu'on n'ait pas à se préoccuper du moyen de s'en procurer.

§ 61. **Préparation de la terre devant servir de litière.** — Terminons par dire comment il convient de procéder :

Premièrement, il faut, autant que possible, choisir de la terre dont les propriétés puissent corriger celles du champ où l'on veut l'introduire ; on prendra, si cela se peut, une terre sablonneuse ou calcaire pour un champ argileux, ou une terre argileuse pour un champ sablonneux ou calcaire. Le sable conviendra à merveille, lorsque le fumier dont il fera partie sera donné à des prairies aigres ou infestées de mousse. Bref, il faut tâcher que la terre, dont on fera de la litière, serve à la fois de fumier et d'amendement.

Quelle qu'elle soit, il importe ensuite de l'épierrer, afin d'offrir aux animaux un coucher plus doux, et, quand elle sera bien sèche, on en déposera une couche moyennement battue à la place de la litière, et on la couvrira avec un peu de paille pour entretenir la propreté des animaux. En supposant que la couche ait l'épaisseur de 5 à 6 centimètres, quelques jours se passeront avant qu'elle soit imbibée ; alors on la recouvrira d'une nouvelle couche de terre sèche, sur laquelle on étendra un peu de paille. Dès que la masse totale

de la terre aura atteint environ 15 centimètres d'épaisseur, on la rassemblera en tas dans une partie de l'étable, et on la transportera ensuite dans le fumier.

§ 62. **Économie résultant de l'emploi de la terre pour absorber les déjections du bétail.** — Un cultivateur de la Silésie, M. Bloch, en parlant d'observations faites par lui-même dans son exploitation, où, depuis longtemps, il utilise la terre comme litière, estime que le bénéfice annuel en bon engrais, obtenu par cette méthode, peut être évalué à huit ou dix voitures au moins par tête de gros bétail, dans la stabulation permanente.

Quant à l'économie des parties actives des déjections, il suffit de dire, pour la rendre évidente, que, quelque absorbante que soit une paille, elle ne le sera jamais autant que la terre, et que la faculté absorbante de la terre-litière constitue une condition incontestée d'assainissement. Avec l'emploi des litières de pailles, une partie des déjections liquides étant absorbée par le sol des étables, il en résulte une cause d'insalubrité permanente pour le bétail ; car les émanations provenant de la décomposition de ces déjections peuvent occasionner des maladies. Il n'en est plus de même avec des litières terreuses que l'on renouvelle souvent et qui emportent avec elles ce qui pourrait produire des émanations insalubres.

CHAPITRE VIII.

ENGRAIS HUMAIN.

Sommaire. — 63. Les *déjections humaines* sont les plus riches en principes fertilisants. — 63 [2]. Déplorable gaspillage d'une grande richesse. — 63 [3]. Exemples de l'utilisation des déjections humaines. — 63 [4]. Principales causes qui s'opposent à une vaste application des déjections à l'agriculture. — 63 [5]. De bons procédés de désinfection faciliteraient l'emploi des déjections humaines comme engrais. — 63 [6]. Principes sur lesquels sont fondés les procédés de désinfection des vidanges. — 63 [7]. Mauvaise application de ces principes. — 63 [8]. Comment on doit procéder pour rendre réellement inodores les vidanges. — 64. La partie liquide des vidanges est perdue, malgré sa richesse en principes fertilisants. — 65. Désinfection journalière de petites quantités de déjections mixtes. — 66. Conservation des déjections liquides (urines). — 67. Emploi des déjections liquides humaines. — 68. Soins prodigués à l'engrais humain dans le nord de la France. *Engrais flamand, gadoue, courte-graisse.*

§ 63. **Les déjections humaines sont les plus riches en principes fertilisants.** — Si les déjections du bétail constituent la partie la plus active des fumiers, on ne comprend pas pourquoi on n'utilise, pour l'agriculture, qu'une faible portion des déjections humaines. Est-ce que ces dernières ne seraient point fertilisantes ? Le tableau suivant prouve le contraire :

TABLEAU COMPARATIF DE LA COMPOSITION DE PLUSIEURS DÉJECTIONS ANIMALES D'ORIGINES DIFFÉRENTES.

NATURE des SUBSTANCES.	MOUTON.		CHEVAL.		VACHE.		HOMME.		PORC.	
	Urine.	Fèces.	Urine.	Fèces.	Urine.	Fèces.	Urine.	Fèces.	Urine.	Fèces.
Eau.....	89,43	68,71	90,48	75,31	91,36	90,50	95,24	77,00	98,16	75,00
Matières organiques	7,98	23,16	5,49	20,67	5,50	8,27	3,49	19,00	00,50	10,25
Substances minérales.	2,59	8,13	4,03	4,02	3,14	1,23	1,27	4,00	1,34	4,85

Si la partie liquide renferme moins de matières organiques que celle des déjections du mouton, du cheval et de la vache, par contre la partie solide en est plus riche ; sans compter que, sous le rapport de l'azote, les déjections mixtes de l'homme l'emportent sur toutes les autres ; en effet :

Parties.	Excréments normaux.		Azote.
1,000	de mouton	renferment.....	9,10
—	de cheval	—	7,40
—	de vache	—	4,10
—	d'homme	—	13,30
—	de porc	—	3,70

Ainsi les excréments mixtes de l'homme, considérés à leur état normal, sont moitié plus azotés que ceux de mouton, presque deux fois plus que ceux de cheval, trois fois plus que ceux de vache, et quatre fois plus que ceux de porc.

§ 63 bis. **Déplorable gaspillage d'une grande richesse.** — Si, au lieu de la qualité, on considère la quantité, on trouvera encore que les déjections de l'homme ne sont pas à dédaigner.

Suivant les expériences de M. Barral, l'homme adulte rendrait moyennement, par 24 heures, 1,379 grammes d'excréments mixtes ; ce qui correspond, pour un an, à 500 kilogrammes environ. Cette quantité renferme, d'après M. Boussingault, 6 kilogrammes 650 grammes d'azote, elle suffit pour fumer 4 ares 40 centiares de terre, en supposant qu'une fumure moyenne d'un hectare soit représentée par 150 kilogrammes d'azote.

Si, d'après ces données, on calcule la quantité d'en-

grais humain que pourrait produire une ville de 40,000 habitants, et si l'on admet que le tiers de la population se compose d'individus non adultes, dont la production moyenne serait seulement de 250 kilogrammes par an, on arrive au chiffre assez considérable de 16,666,750 kilogrammes, qui pourraient servir à fumer un peu moins de 1,500 hectares. Quelle immense ressource pour l'agriculture, si l'on utilisait les déjections de toutes les populations de la France !

§ 63 ter. **Exemples de l'utilisation des déjections humaines.** — Cependant les bons exemples ne manquent pas. Aux environs de Grenoble, on applique directement les vidanges d'hiver aux terres destinées à la culture du chanvre, dans la proportion de 20 mètres cubes par hectare de terre légère, et de 25 mètres cubes, si la terre est argileuse.

Auprès de Lyon, on répand les vidanges immédiatement après leur extraction, par des temps de gelée, sur les froments et les seigles en végétation. Au printemps, on les distribue, pendant les pluies, sur les terres qui attendent l'orge, le chanvre ou les pommes de terre.

Dans un rayon de 12 à 16 kilomètres autour de Strasbourg, les déjections humaines sont employées en automne et au printemps pour fertiliser les terres qui doivent recevoir du colza ou du tabac.

Près de Lille, on les applique à l'état liquide, après une fermentation plus ou moins longue, et on en est si peu dégoûté, qu'on les déguste pour en apprécier la qualité ; on les trouve satisfaisantes lorsque la saveur en est piquante et salée. La ville de Lille en four-

nit tous les ans à l'agriculture environ 1,120,000 hectolitres.

Les cultivateurs du département du Var, et notamment ceux qui sont près de Grasse, fertilisent, avec les déjections humaines, la vigne, l'olivier, le mûrier, comme les cultivateurs lombards fertilisent leurs prairies.

Et comme ce n'est jamais l'été qu'on emploie les vidanges, car elles brûleraient les plantes sur lesquelles on les répandrait, on ne se préoccupe guère de la gêne que cet usage peut occasionner aux plaisirs de la campagne.

Enfin l'égout d'Asnières, qui reçoit parfois des vidanges pures et toujours les liquides désinfectés des fosses d'aisances, les eaux ménagères, les urines, du sang, et toutes sortes de détritus de la capitale qu'il porte à la Seine après avoir laissé prélever en faveur de l'industrie des substances grasses, et en faveur de l'agriculture, les parties solides organiques qu'il charrie, est un dernier exemple de l'importance que de nos jours on attache à l'utilisation de substances fertilisantes jadis perdues, parmi lesquelles figurent les déjections humaines.

Si nous regardons en arrière, nous trouvons une ordonnance de Louis XV obligeant les cultivateurs à enlever les matières fécales qui encombrent les voiries de Paris, et leur enjoignant d'en faire usage pour les terres labourables, excepté les jardins potagers et les marais.

François I^er^ exproprie les propriétaires des maisons dépourvues de fosses d'aisances, et en livre gratuite-

ment les vidanges aux cultivateurs, à condition, toutefois, de ne pas s'en servir pour fumer les légumes et les céréales destinées à la nourriture de l'homme.

En Chine, les malheureux à qui les forces manquent pour de fatigants travaux sont occupés à dessécher les déjections humaines et à en faire des briquettes qu'ils vendent comme engrais.

Avant la découverte de l'Amérique, les Péruviens faisaient précisément ce que font aujourd'hui les Chinois.

Enfin, les Carthaginois et les Romains fertilisaient leurs terres avec les déjections humaines, qu'ils considéraient comme le meilleur des engrais après la fiente de volaille.

§ 63 [IV]. **Principales causes qui s'opposent à une vaste application des déjections à l'agriculture.** — Ainsi, particuliers et administrations connaissent la faculté fertilisante des vidanges, et, s'ils n'utilisent pas ces matières, c'est que les premiers restent endormis dans la routine, et que les secondes rencontrent souvent des obstacles dont, pour être juste, il faut leur tenir compte.

Quand un égout reçoit les eaux ménagères et les déjections de tout un quartier, il n'est pas aisé de le supprimer tout à coup, en enjoignant aux habitants de faire construire des fosses mortes ; et quand même l'égout deviendrait inutile, d'autres obstacles n'amoindriraient pas moins l'effet des bonnes intentions de l'administration : parmi ces obstacles, il faut compter la répugnance des locataires pour les fosses mortes, qui leur assurent de temps en temps le désagrément

de la vidange dite inodore, quoique dans le fait elle ne le soit pas; de cette répugnance il résulte une grande lenteur, chez les propriétaires, à obéir aux arrêtés de l'autorité, et une grande indifférence sur la manière dont les fosses mortes sont construites. Au point de vue de l'économie des engrais, les fosses mortes devraient être étanches; or, moins elles le sont, plus rares deviennent les vidanges, et par conséquent, moins gênantes.

§ 63 V. **De bons procédés de désinfection faciliteraient l'emploi des déjections comme engrais.** — Une mesure qui est acceptée à regret, et qui est mal exécutée, ne peut pas produire les résultats qu'on a droit d'en attendre. Dans l'intérêt de l'agriculture, il importerait qu'il n'en fût pas ainsi désormais, et nous croyons y contribuer en parlant des vrais moyens de rendre moins répugnante l'opération de la vidange, qui, après tout, intéresse l'agriculture autant que l'hygiène publique; en outre, elle se rattache à la préparation de tous les engrais artificiels où entrent des matières animales putrescibles, ou bien des déjections humaines.

§ 63 VI. **Principe sur lequel sont fondés les procédés de désinfection des vidanges.** — On connaît, depuis longtemps, plusieurs procédés pour rendre inodores les vidanges; ils sont tous fondés sur ce principe, que dès que l'on décompose, à l'aide d'un sel métallique, l'hydrosulfate d'ammoniaque, cause principale de la puanteur des vidanges, celles-ci doivent devenir inodores.

On emploie à cet effet du sulfate de fer, du chlo-

rure de zinc, du chlorure de manganèse; en un mot, tout sel métallique soluble de peu de prix: les sels, mis en contact avec l'hydrosulfate d'ammoniaque, donnent naissance à un sulfure métallique et à du sulfate d'ammoniaque, l'un et l'autre dépourvus absolument d'odeur.

Le plus souvent, ces matières salines ne sont pas employées seules, mais en concurrence avec du charbon, ce qui est très-rationnel, car le charbon étant doué de l'admirable propriété d'absorber et de condenser dans sa masse les gaz fétides, complète et achève la désinfection; en d'autres termes, il fait ce que les sels métalliques seuls n'auraient pu faire.

La mauvaise odeur des vidanges tient non-seulement à la présence de l'hydrosulfate d'ammoniaque, ainsi que nous l'avons dit, mais encore à d'autres substances gazeuses mal connues que les sels métalliques ne décomposent pas et que le charbon absorbe et rend latentes.

Tels sont les principes scientifiques d'où découlent la plus grande partie des procédés suivis pour rendre inodores les vidanges.

§ 63 VII. **Mauvaise application de ces principes.** — Mais si les principes sont bons, il n'en est pas de même de leur application. Que fait-on généralement, lorsqu'on opère une vidange dite inodore? On ouvre la fosse, on y introduit la dissolution saline désinfectante, et puis, douze ou vingt-quatre heures après, on commence l'extraction des matières fécales.

En procédant de la sorte, il est impossible d'obtenir un bon résultat, car il faudrait admettre que, dans ce

laps de temps, la réaction chimique entre tous les points de la matière contenue dans la fosse et le sel métallique a été complète ; mais il n'en est pas ainsi : premièrement, parce que dans les masses volumineuses, les actions chimiques sont toujours lentes à s'accomplir ; secondement, parce que ces mêmes actions sont retardées par l'état visqueux et pâteux de la matière. Dans une fosse où il y a plusieurs mètres cubes d'une substance épaisse et gluante, les choses ne peuvent pas se passer comme entre deux liquides contenus dans un bocal qu'on agiterait à volonté.

Ce n'est pas tout : quand on croit avoir désinfecté le contenu de la fosse, on procède d'abord à l'extraction des liquides, et ensuite à celle des matières solides ; or, celles-ci, indépendamment de ce qu'elles n'ont pas eu le temps nécessaire pour subir l'action désinfectante des sels métalliques, conservent toujours leur odeur propre, qui ne provient pas de l'hydrosulfate d'ammoniaque, et que le charbon seul peut faire disparaître. Mais comme souvent les vidangeurs n'introduisent pas de charbon dans les fosses, il en résulte qu'il est matériellement impossible que les vidanges soient inodores. Elles ne peuvent pas l'être, parce qu'on ne laisse pas à l'hydrosulfate d'ammoniaque le temps nécessaire pour se décomposer, et parce que les matières solides des vidanges, ou ne sont pas traitées par du charbon, ou le sont mal, le mélange des deux matières n'étant pas intime.

§ 63 VIII. **Comment on doit procéder pour rendre réellement inodores les vidanges.** — Nous emprunte-

rons à M. Rohart, qui a très-bien traité la question des vidanges inodores, ce que nous allons dire sur les moyens d'éviter les inconvénients dont nous venons de parler.

Avant de procéder à l'ouverture de la fosse, on pratique autour de la clef de la voûte un arrosage au chlorure de chaux liquide, en en projetant, dès que la clef est suffisamment levée, contre les parois internes de l'ouverture, afin d'arrêter au passage les émanations de sulfhydrate d'ammoniaque, et de produire en même temps un faible dégagement de chlore.

La capacité de la fosse étant déterminée au moyen d'une sonde, on y introduit une dissolution concentrée autant que possible de menu sel de sulfate de fer, à raison de 5 kilogrammes par mètre cube, puis on brasse fortement avec un ringard, en continuant toujours les aspersions de chlorure de chaux quand le besoin s'en fait sentir. Dès qu'on juge que le mélange est complet, on ferme la clef et on abandonne le tout pendant *quatre jours au moins*.

Pour extraire les liquides, on les aspire et on les refoule, à l'aide d'une pompe à double effet, dans une tonne à laquelle est adapté un appareil que traverse l'air de l'intérieur en cédant sa place au liquide.

Cet appareil consiste en un seau de 8 à 10 litres, en gutta-percha, dont le fond est traversé par un tube métallique qui se prolonge de plusieurs centimètres en dehors et qui peut être vissé à une ouverture pratiquée dans la partie supérieure de la tonne : supposons que la portion du tube qui se prolonge dans l'intérieur du

seau se replie sur elle-même de manière à former un siphon et que le seau contienne une dissolution de chlorure de chaux ; il est évident que l'extrémité du tube replié se trouvera plongée dans le liquide, et que l'air qui sortira par ce tube sera forcé d'y barboter avant d'entrer dans l'atmosphère.

Ainsi, l'air de la tonne, que les liquides expulsent, deviendra inodore, quelque fétide qu'il soit, en traversant la dissolution désinfectante.

La figure ci-dessous peut donner une idée de cette ingénieuse disposition.

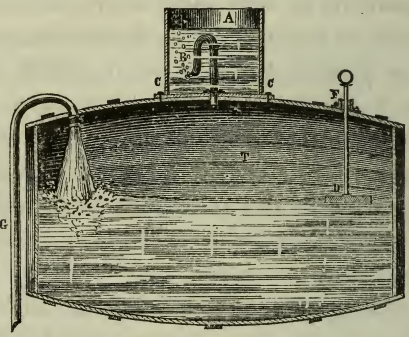


Fig. 2.

A, seau épurateur.
B, dissolution de chlorure de chaux.
CC, raccord à vis permettant d'ajuster le désinfecteur sur la tonne.
T. tonne.
EDF, flotteur dont la tige glisse dans une boîte à étoupes.
G, tuyau abducteur de la pompe.

Supprimons, par la pensée, le seau épurateur, nous nous expliquerons sans peine pourquoi, dans les vidanges ordinaires, il y a tant d'infection. Les liquides

des fosses arrivent dans les tonnes, chassent l'air qui y est contenu après y avoir mêlé les gaz fétides dont ils sont imprégnés ; ce qui revient à dire qu'autant de litres d'air il sortira des tonnes, autant de litres d'air puant et asphyxiant se déverseront dans l'atmosphère.

Dès que les liquides sont enlevés, on descend dans les fosses le charbon nécessaire à la désinfection des matières pâteuses, et on l'incorpore dans la masse par tous les moyens possibles. Les charbons employés sont les menus poussiers provenant de la carbonisation des tourbes en vases clos, dont 2 hectolitres 1/2 suffisent pour 1 mètre cube de vidange pâteuse.

Lorsque l'incorporation des charbons n'est plus possible, à cause de l'état trop pâteux de la masse, et que la désinfection n'est pas complète, on peut employer avec succès le goudron de gaz, à raison de 1 kilogramme 180 grammes par mètre cube. Le goudron ne désinfecte pas, mais il voile suffisamment l'odeur fécale.

Quoi qu'il en soit, la partie solide des vidanges devient alors abordable par les vidangeurs, n'inspire plus de répugnance, ne compromet plus la salubrité publique, et son application, soit à la fertilisation des terres, soit à la confection d'autres engrais, devient facile.

§ 64. **La partie liquide des vidanges est perdue malgré sa richesse en principes fertilisants.** — On verra plus tard que la partie liquide des vidanges doit nécessairement être pourvue de principes fertilisants, et l'on peut dire que son exploitation régulière et systématique serait un bienfait pour l'agriculture. L'importance

de ce liquide grandit de jour en jour, puisque sa production, depuis l'usage des cuvettes anglaises, augmente considérablement. Ce qui se passe à Paris le prouve. En 1800, on n'extrayait, dans cette ville, que 38,000 mètres cubes de vidanges, avec une population de 548,000 habitants ; en 1852, on en a extrait 337,000 mètres cubes, la population n'atteignant pas 1,100,000. La population a donc doublé dans l'espace de 52 ans, et les vidanges ont presque décuplé. Aussi, qu'est-il arrivé ? Quelque chose que la postérité aura peine à croire. On a laissé pendant longtemps, et parfois on laisse encore écouler les liquides des fosses sur la voie publique.

Cependant certaines villes d'Europe ont déjà donné l'exemple de l'utilisation des vidanges liquides. Les rues de Rugby, dans le comté d'Ayrshire, ont été drainées. Les drains reçoivent les vidanges qui s'écoulent de neuf cents à mille maisons, et les transportent, avec les eaux pluviales, dans un bassin situé à 2 kilomètres de la ville, d'où elles sortent pour arroser 200 hectares de prairies.

Que Paris imite Rugby, et que les liquides transportés par l'égout d'Asnières soient utilisés, dès leur arrivée dans la Seine, pour arroser quelques endroits stériles que baigne ce fleuve, et les grands travaux d'assainissement de Paris compteront parmi les monuments les plus utiles des temps modernes.

§ 65. **Désinfection journalière de petites quantités de déjections mixtes.** — Il ne sera pas sans intérêt de faire connaître quelques procédés praticables dans tous les ménages, et qui contribueraient, s'ils étaient

généralement adoptés, à augmenter la fortune publique en augmentant la production des engrais.

Déjà dans plusieurs fermes on commence à remarquer des dispositions qui obligent le personnel de l'exploitation, lorsqu'il n'est pas aux champs, de se porter sur le même point pour déposer les déjections.

Quelques tonneaux défoncés, à moitié enterrés, et quelques planches suffiraient, pour chaque famille rurale. Ces dispositions n'exigent pas de fortes dépenses, et toute famille pourrait s'imposer un pareil sacrifice.

Quant à l'inconvénient de la mauvaise odeur que ces appareils pourraient occasionner, rien n'est plus facile que de le prévenir.

M. Schattenmann, qui a fait des études spéciales sur les engrais, a reconnu que 2 à 3 kil. de sulfate de fer suffisent pour désinfecter un hectolitre de matière fécale. Le sulfate doit être dissous dans de l'eau. On agite dès que la dissolution a été versée sur les déjections.

On peut opérer de deux manières : ou bien verser le sulfate chaque jour, dans la proportion de 25 à 30 grammes par personne ; ou bien en verser d'avance dans la fosse pour un certain temps voulu.

Lorsque le mélange est opéré, la partie solide se dépose au fond, de façon qu'on peut se servir de la partie liquide pour arroser, et du dépôt solide comme fumier ordinaire.

M. Paulet désinfecte 1 hectolitre de déjections au moyen de 3 kil. de sulfate de fer et de 500 gr. de savon. L'addition du savon a pour objet de donner

naissance à un savon ammoniacal, espèce de matière grasse liquide qui intercepte le passage des émanations fétides.

M. Quesnet arrive au même résultat que M. Paulet, en se servant d'un mélange formé de 1/2 litre d'huile et de 2 litres 1/2 d'eau, où se trouve dissous 1 kil. de sulfate de zinc. L'huile, se répandant à la surface des vidanges, y joue le rôle de couvercle.

Suivant M. Herpin, 12 kil. de plâtre en poudre et 2 kil. de poussier de charbon solidifient et désinfectent immédiatement les déjections produites par une personne pendant une année.

Le plâtre de M. Herpin et le sulfate de zinc de M. Quesnet jouent le même rôle que le sulfate de fer de M. Schattenmann et de M. Paulet. Le charbon agit autrement que le savon et l'huile ; il retarde la putréfaction, et absorbe les produits odorants à mesure qu'ils se forment.

M. Siret a proposé un mélange formé de 53 parties de plâtre cuit pulvérisé, 40 parties de sulfate de fer, 5 parties de sulfate de zinc et 2 parties de poudre de charbon de bois. — 15 grammes de cette poudre délayée dans un 1/2 litre d'eau désinfectent la matière fécale rendue par un individu. M. Siret estime à 3 centimes la dépense journalière nécessaire pour rendre inodores les déjections d'un ménage de trois à quatre personnes.

§ 66. **Conservation des déjections liquides (urine).** — L'urine humaine, étant très-azotée, se corrompt facilement et donne naissance à du carbonate d'ammoniaque qui est assez volatil, et dont la faculté

fertilisante est des plus remarquables. Comment empêcher la dispersion de ce produit?

Pour apprécier l'importance de ce problème, il faut savoir que le carbonate d'ammoniaque produit par un hectolitre d'urine renferme à peu de chose près la même quantité d'azote qu'on trouve dans 100 kil. de blé.

On peut conserver tout l'azote d'un hectolitre d'urine, et même le désinfecter, du moins en grande partie, en y ajoutant 40 à 50 grammes de plâtre en poudre, ou bien la même quantité de sulfate de fer dissous préalablement dans l'eau, ou bien encore 30 à 40 grammes d'acide muriatique (acide chlorhydrique), ou 12 à 15 grammes d'acide sulfurique.

Toutes ces substances agissent de la même manière et tendent à décomposer le carbonate d'ammoniaque à mesure qu'il se forme, et à le transformer en un sel fixe.

La braise, la tourbe carbonisée ou tout simplement le poussier de tourbe desséchée au soleil, pourraient remplacer les substances précédentes : 50 hectolitres de braise, moins de la moitié de tourbe carbonisée, et 12 à 15 hectolitres de poussier de tourbe desséchée suffisent pour absorber l'urine qu'un individu émet dans une année.

L'action de ces matières consiste, non pas à décomposer le carbonate d'ammoniaque, mais à l'absorber et à le fixer. Dans ce cas, l'urine n'a plus la forme liquide, et ce changement ne saurait convenir que lorsqu'on ne voudrait pas faire d'arrosages, ou bien

encore lorsque le transport d'un volume considérable ne serait pas très-gênant. Mais on pourrait réduire de beaucoup le volume, si à du poussier de tourbe desséchée on ajoutait 1 à 2 0/0 de sulfate de fer en poudre : un pareil mélange peut absorber de grandes quantités d'urine, sans perte de produits ammoniacaux ; c'est peut-être le mélange qui conviendrait le mieux pour l'utilisation des urinoirs publics, dont les produits absorbés par lui donneraient un engrais pulvérulent d'un épandage facile.

Enfin, on peut soutirer à l'urine ses parties les plus actives, et en perdant la portion liquide qui leur servait de dissolvant, réduire à un petit volume des masses considérables.

Si l'on verse dans de l'urine fraîche et limpide un peu de sulfate de magnésie dissous dans l'eau, on n'aperçoit aucun changement, mais après quatre à cinq jours, le mélange devient laiteux, et il commence à s'y former un dépôt qui va en augmentant à peu près pendant un mois. Ce dépôt est composé en grande partie de *phosphate ammoniaco-magnésien*, substance dont la grande faculté fertilisante n'est plus douteuse.

Les choses ne se passeront pas autrement, si l'on opère sur une grande échelle. Que l'on verse dans un mètre cube d'urine une dissolution aqueuse et concentrée de 10 à 12 kilogrammes de sulfate de magnésie, sel qu'on trouve dans le commerce à un très-bas prix, au bout d'un mois il se sera formé un dépôt qui, séparé du liquide surnageant et desséché, pèsera environ 7 kilogrammes. Ce dépôt constitue une nourri-

ture toute prête pour certaines familles végétales, et notamment pour les céréales. Indépendamment de cette considération, qui pourrait paraître purement théorique, il existe des faits qui démontrent toute l'influence qu'une pareille substance exerce sur certaines récoltes. M. Isidore-Pierre a trouvé qu'à la dose de 150 à 300 kilogrammes par hectare, non-seulement la récolte est abondante, mais la quantité de grain qui correspond à un poids donné de paille s'élève à plus de 52 0/0, tandis que, d'ordinaire, le poids du grain est le tiers de celui de la paille. Il a remarqué, en outre, que l'action de ce sel est très-sensible sur les terres qui commencent à se fatiguer des céréales trop fréquemment répétées; enfin, il a observé que le blé qui a reçu de ce sel pour engrais est plus pesant que le grain ordinaire.

M. Isidore-Pierre n'a pas seulement expérimenté sur les céréales, mais encore sur le blé noir, et il a vu qu'à la dose de 250 à 500 kil. par hectare, dans une terre de très-médiocre qualité, ce même phosphate y a produit des résultats remarquables; la récolte du grain a été plus que sextuplée, celle de la paille plus que triplée.

§ 67. **Emploi des déjections liquides humaines.** — Supposons maintenant qu'il soit loisible aux cultivateurs de se procurer de l'engrais-urine : comment faut-il l'employer? Si l'engrais est de bonne qualité, il ne faut pas le répandre pur sur des prairies ou des récoltes en herbe, car il agirait alors trop énergiquement sur les feuilles et les jeunes pousses, les corroderait, et ferait pourrir les plantes. Étendu de trois à

quatre fois son volume d'eau, il conviendrait, dès le printemps, aux prairies artificielles et naturelles où l'on pourrait le répandre au moyen d'une petite charrette portant un tonneau organisé comme ceux qui sont destinés, pendant l'été, à arroser les promenades dans la plupart des grandes villes.

Les pommes de terre, après la plantation, et quelquefois seulement avant le buttage; les laitues et les choux, surtout lorsque ces cultures se trouvent sur des sols très-légers, sablonneux ou calcaires, produisent des récoltes quelquefois monstrueuses, lorsque, par un temps pluvieux, on leur a donné de 100 à 400 hectolitres d'urine par hectare.

Au lieu d'employer les urines sur les prairies ou sur les récoltes vertes, on peut les employer sur les guérets, avant le dernier labour qui précède ou accompagne l'ensemencement; dans ce cas, il n'est pas nécessaire d'étendre l'engrais avec de l'eau, si l'on a le soin de labourer de suite après l'épandage : alors la décomposition de l'engrais devient plus lente, et les produits volatils de sa décomposition sont absorbés par la terre qui recouvre l'engrais.

Les effets remarquables que nous venons de signaler ne se reproduisent pas au même degré pour les cultures des céréales. Ces plantes, ayant besoin de silice pour leurs tiges, n'en trouvent guère dans un pareil engrais, qui leur offre seulement de quoi développer les feuilles et les graines : c'est pourquoi les blés, les orges, etc., versent le plus souvent lorsqu'on les fume avec des urines. Mais, pour ce cas particulier, on peut éviter l'inconvénient que je signale, en associant

l'urine au fumier ordinaire, de façon qu'une fumure complète se compose moitié de l'un et moitié de l'autre.

§ 68. **Soins prodigués à l'engrais humain dans le nord de la France. — Engrais flamand, gadoue, courte-graisse.** — Nulle part, en France, les déjections humaines ne sont aussi soignées que dans les départements du Nord, et en Alsace. Il est rare qu'un fermier ne possède pas tout près de son exploitation une cave en maçonnerie voûtée où il dépose les vidanges qu'il va chercher à la ville, pendant la saison où les chevaux sont moins employés à la culture. Le sol de cette cave est pavé en grès; les quatre murs et la voûte qu'ils supportent sont en briques. Deux ouvertures y sont ménagées : l'une traverse l'épaisseur de la voûte dans son milieu, et elle est destinée à l'introduction des matières; l'autre plus petite est pratiquée dans le mur du nord, et a pour objet de permettre l'accès de l'air nécessaire à la fermentation. Un semblable réservoir peut avoir une capacité de 30 à 200 mètres cubes. Pour être d'un bon usage, les matières qu'il contient doivent avoir fermenté pendant quelques mois. C'est pourquoi on ne vide jamais entièrement le réservoir, et on y ajoute de nouvelles matières à mesure qu'on en tire pour les besoins.

Les déjections ainsi préparées sont visqueuses plutôt que liquides; leur densité oscille entre 1,014 et 1,035 (2 à 5 degrés de Baumé). Elles sont connues sous le nom d'*engrais flamand*, de *gadoue*, de *courte-graisse*, et même de *tonneau*. On applique cet engrais sur toutes sortes de terres et aux cultures du tabac, de

la betterave, du blé, du lin, du colza, des pommes de terre, des navets, du trèfle, des prairies, et notamment à la culture des légumes du potager.

Lorsque les semailles sont achevées et que le sol a reçu toutes les façons, on conduit le soir, dans des tonneaux, une charge d'engrais. A la limite du champ se trouve une cuve de la capacité de 1 à 2 hectolitres qu'on remplit de gadoue. Un ouvrier la répand autour de lui à l'aide d'une cuillère de bois fixée au bout d'une perche de 1 1/2 à 4 mètres de longueur. La cuve étant vidée, on la transporte sur un autre point, et on la remplit encore, et alors l'opération recommence, et continue jusqu'à ce que la totalité de l'engrais soit épuisée. Il est inutile de dire que l'ouvrier doit acquérir une certaine habileté pour que la distribution de l'engrais soit uniforme sur toute sa surface.

On attribue généralement à l'engrais flamand une valeur assez variable, suivant les localités. Aux environs de Lille on considère que 15 hectolitres et même 12 seulement, quand il est de bonne qualité, peuvent remplacer avantageusement 100 kilogrammes de tourteaux ; mais cette comparaison n'est pas exacte, car les effets de la gadoue sont très-actifs, mais de moindre durée que ceux des tourteaux.

C'est surtout pour le colza, que l'engrais flamand est estimé du cultivateur. On l'utilise dans la proportion de 330 hectolitres environ à l'hectare, ce qui équivaut à 2,200 kilogrammes de tourteaux.

Cet engrais est vraiment précieux quand il s'agit d'exciter une végétation maladive. Lorsque les graines ont été semées, ou que les plantes ont été

repiquées, et que, faute de principes fertilisants dans le sol, ou d'une climature favorable, la jeune végétation languit, l'engrais flamand lui imprime une impulsion énergique de développement, et en assure la récolte.

Il n'est pas douteux que les grands progrès de l'agriculture du nord de la France, et que les magnifiques et productives cultures qui font l'orgueil de cette contrée, ne soient dus à l'emploi de l'engrais humain. Qui empêche les agriculteurs des autres parties de la France d'imiter leurs confrères, et d'utiliser un produit qui ne leur fera jamais défaut?

CHAPITRE IX.

ENGRAIS LIQUIDES.

Sommaire. — 69 Aperçu historique de l'application des engrais liquides par jaillissement ou par le système tubulaire, appelé à tort système de Kennedy. — 70. Préparation des engrais liquides. — 71. Distribution des engrais liquides sur les terres. — 72. La quantité des fumures varie suivant les cultures. — 73. Résultats remarquables obtenus en Angleterre par l'emploi des engrais liquides. — 74. Objections faites au système tubulaire. — 74 *bis*. Le système tubulaire est-il applicable en France? — 75. Essais faits en France.

Depuis longtemps les engrais liquides sont employés en agriculture, et cette pratique se rattache au fait incontestable que les racines des plantes ne peuvent absorber que des substances solubles. L'*engrais flamand* ou *gadoue*, le *lizier suisse*, provenant des déjections du bétail fermentées avec de l'eau, les *purins*, les *urines humaines*, sont autant d'engrais liquides qui, dans certaines contrées, sont employés depuis des siècles.

C'est moins l'engrais liquide en lui-même, peu importe le nom, que son mode d'application que nous nous proposons d'examiner. Depuis longtemps on a fumé avec les engrais liquides, soit par irrigation, soit par arrosage : aujourd'hui on commence à les faire circuler par des conduits souterrains, et à les faire jaillir du sol pour qu'ils retombent sous la forme de pluie. Ce mode d'application est nouveau en agriculture et non encore pratiqué en France, quoiqu'il soit le germe d'une révolution agricole, ainsi que le prouvent les résultats obtenus en Angleterre.

§ 69. **Aperçu historique de l'application des engrais liquides par jaillissement, ou par le système tubulaire, appelé à tort système de Kennedy.** — En 1839, M. Chadwick, secrétaire du Bureau de salubrité à Londres, publia un exposé de sa méthode de fumure par les engrais liquides, méthode qui consistait à faire parcourir, à la façon du gaz à éclairage, des engrais rendus liquides, dans un système de tuyaux souterrains en fonte, en leur ménageant des sorties tellement organisées qu'ils retombaient, sous forme de pluie, de la hauteur de plusieurs mètres sur les terres qu'on voulait fumer. Trois ans plus tard, en 1842, il en provoquait un essai chez M. Henry Thompson de Cliterhoe.

M. Harvey, directeur d'une grande distillerie de grains et d'une vacherie aux portes de Glascow, n'étant plus autorisé à jeter ses vinasses dans le canal Calédonien, eut recours, en 1844, au système tubulaire pour arroser les terres de sa ferme avec ses vinasses et toutes les déjections de sa vacherie.

En 1848, M. Huxtable, de Sulton-Waldron, dans le Dorsetshire, adopta le transport souterrain et la distribution des engrais liquides sur les diverses parties d'une de ses fermes, à l'aide de tuyaux de poterie.

En 1849, M. James Kennedy adopta à son tour les fumures liquides par la méthode de jaillissement dans sa ferme de 200 hectares, à Myer-Mill, à deux lieues d'Ayr. Les résultats qu'il obtint furent tellement surprenants qu'il ne tarda pas à trouver de nombreux imitateurs, et aujourd'hui la méthode Chadwick, qu'on appelle, je ne sais pourquoi, méthode Kennedy, fait de tels progrès en Angleterre qu'on la voit déjà adoptée dans plus de trente fermes.

§ 70. **Préparation des engrais liquides.** — J'emprunte les détails qui vont suivre, à M. Moll et au docteur Hartstein, qui ont étudié sur les lieux la nouvelle méthode de fumure.

Les seules parties de l'engrais d'étable qui doivent être liquéfiées étant les excréments et non la paille-litière, le sol des logements des animaux devrait être à claire voie pour que les déjections proprement dites tombassent dans un canal d'où un filet d'eau les entraînerait dans des réservoirs appropriés. Mais cette condition n'est pas indispensable.

Des dispositions particulières permettent d'enlever la litière des étables et de la séparer en grande partie des excréments, de façon que, partout où l'on a adopté la méthode Chadwick, on remarque des tas de fumier consistant en paille imprégnée d'urine et mélangée d'une petite quantité d'excréments solides : ce fumier,

dès qu'il est réduit à l'état de beurre noir, on le liquéfie, si tant est qu'on ne l'emploie directement sous forme de fumier ordinaire.

Ailleurs, près de Liverpool, par exemple, dans la ferme de M. Neilson, à Halevood-Farm, on amoncelle le fumier formé dans les étables ordinaires en tas de 15 à 20 mètres de longueur, 15 de largeur et 2 à 3 de hauteur, et dès qu'il a atteint le degré convenable de décomposition, on le fait brasser par un ouvrier, tandis qu'un autre ouvrier dirige, sur la portion qu'on remue, un fort jet d'eau, au moyen d'une lance adaptée à l'extrémité d'un tube flexible en gutta-percha. Le résidu lavé est encore entassé, et, plus tard, il sera traité de la même manière. La paille, qui n'est pas consommée, est stratifiée avec le fumier, et, lorsqu'elle est trop considérable pour la masse du fumier disponible, on en hâte la décomposition par la chaux vive.

Quelle que soit la méthode que l'on suive pour disposer le fumier à prendre l'état liquide, voyons de quelle manière on le traite en dernier lieu, pour qu'il développe toutes ses propriétés fertilisantes.

Dans toutes les fermes où l'on fume d'après la méthode qui nous occupe, on trouve auprès des logements des animaux deux ou quatre grands réservoirs voûtés, construits en briques et ciment hydraulique, e dont la capacité moyenne totale est de 4,000 à 4,500 litres par hectare de superficie fumé par l'engrais liquide.

Un ou trois de ces réservoirs sont destinés à recevoir les déjections délayées dans l'eau, pour qu'elles y fer-

mentent, à l'aide du temps et du mouvement qu'on communique à leur masse par des agitateurs; l'autre réservoir est destiné à recevoir l'engrais liquide déjà fermenté. C'est là que celui-ci est mêlé avec de l'eau dans des proportions qui varient suivant les cultures auxquelles on le donne. C'est pourquoi ce dernier réservoir est appelé *réservoir à mélange*, et les autres *réservoirs à fermentation*.

L'utilité d'en avoir plusieurs est de pouvoir employer l'engrais liquide dans un état de décomposition uniforme, car, lorsque l'un d'eux est plein, on y laisse le contenu jusqu'à fermentation complète, et on le fait ensuite écouler dans le réservoir à mélange, d'où il passera dans les champs, après avoir été mêlé avec de l'eau. Pendant ce temps, le deuxième, ou peut-être le troisième réservoir, se trouve déjà rempli de nouvelle matière des étables qui fermentera à son tour, de sorte que, le premier réservoir étant vidé, il est prêt à recevoir une nouvelle quantité d'engrais frais.

Les réservoirs à fermentation sont placés un peu plus haut que le réservoir à mélange, avec lequel ils communiquent par des conduits qu'on ferme à volonté au moyen de robinets ; et, pour éviter les obstructions de ces conduits, on garnit leur orifice de plaques trouées.

Enfin, près de l'orifice des tuyaux de sortie, le réservoir à mélange a une excavation destinée à recevoir les parties solides de l'engrais.

Le temps, pendant lequel dure la fermentation, varie suivant la température et la nature de l'engrais. La fermentation des déjections sans paille s'effectue en

un mois à six semaines en hiver ; en dix à quinze jours en été : les déjections avec paille exigent de trois à cinq mois.

La quantité d'eau qu'on mêle au liquide fermenté varie de deux à quatre fois le volume de l'engrais, suivant que la saison est sèche ou pluvieuse.

On ne se contente pas, en Angleterre, de composer les engrais liquides avec les excréments purs et simples des animaux, ou avec la matière du fumier, mais on leur ajoute des substances fertilisantes par elles-mêmes, telles que du guano, de la poudre de tourteaux, ou d'os rendus solubles par l'acide sulfurique. Outre que ces substances augmentent la puissance fertilisante de l'engrais, elles en hâtent la décomposition, attendu qu'elles jouent le rôle de ferment vis-à-vis de la masse liquide.

Lorsque la décomposition est rapide, la perte de l'ammoniaque serait considérable, si on ne la prévenait en ajoutant aux liquides qui s'écoulent des étables, ou des tas de fumier, une certaine quantité d'acide sulfurique, ou de plâtre, ou de sulfate de fer.

§ 71. **Distribution des engrais liquides sur les terres.** — Du réservoir à mélange partent, dans les principales directions, des lignes de tuyaux en fonte de $0^m,075$ à $0^m,100$ de diamètre ; leur emplacement est de $0^m,61$ à $0^m,76$ de la surface du sol. Sur ces conduites principales, on branche des tuyaux de $0^m,050$ à $0^m,075$ de diamètre, et on les dirige vers les divers champs, en ayant soin que l'angle de branchement ne dépasse pas 60 degrés, pour ne pas ralentir la rapidité de la circulation, et pour éviter les engorgements.

A des distances qui varient de 90 à 270 mètres, on établit des regards, c'est-à-dire des orifices communiquant par un tube vertical avec la surface : sur l'ouverture de ce tube, on fixe, au moyen d'une vis, un tuyau en gutta-percha de $0^m,050$ de diamètre, portant à son extrémité libre une lance, comme les boyaux des pompes à incendie.

La longueur du tuyau en gutta est en raison de la superficie qui doit être arrosée par chaque regard, et varie de 90 à 270 mètres. Le boyau est nécessairement en plusieurs morceaux qu'on ajoute, en les vissant les uns aux autres.

L'ouvrier qui tient la lance commence l'arrosage des parties les plus éloignées du regard, dont il se rapproche peu à peu, en se faisant aider par un jeune garçon.

C'est ainsi qu'un homme et un enfant arrosent environ 4 hectares par jour, et répartissent également l'engrais, en ne dirigeant jamais la lance vers le sol, mais en la maintenant toujours sous un angle de 50 à 60° au-dessus de l'horizon.

D'ordinaire, le liquide ne passe pas directement du réservoir à mélange dans les tuyaux de distribution, mais dans une chambre à air, analogue aux réservoirs à air des pompes à incendie. De cette manière, le liquide qui entre dans la chambre comprime l'air qui s'y trouve renfermé et donne lieu à une pression régulière et, par conséquent, à un débit uniforme; au surplus, par cette disposition, les tuyaux ne crèvent pas lorsque par hasard ils s'obstruent brusquement ou qu'on ferme les robinets à contre-temps.

Lorsque les réservoirs sont situés dans un point culminant par rapport aux terres auxquelles ils doivent fournir l'engrais, la force de propulsion des liquides est donnée par la différence même des niveaux ; mais lorsque cette différence n'existe pas, ou bien qu'elle est en sens contraire, la propulsion des liquides est déterminée par des pompes mises en jeu soit par la vapeur, soit par des chutes d'eau, soit par des manéges, mais le plus souvent par des machines à vapeur qui, en Angleterre, font partie du mobilier de toutes les fermes soignées.

§ 72. **La quantité de fumure varie suivant les cultures.** — Les fumures doivent s'accorder avec le but qu'on se propose d'atteindre ; leur quantité et leur distribution doivent varier, suivant leur composition et le genre de culture auquel on les applique.

Il est inutile de faire remarquer que la quantité d'eau que l'on ajoute aux déjections fermentées avant de les distribuer, doit contribuer à faire varier le volume de celles-ci pour chaque fumure.

Ainsi, lorsque l'eau entre pour les trois quarts dans la masse, chaque fumure est de 45 à 46 mètres cubes par hectare, et on la renouvelle dans le cours de l'année, plus ou moins souvent, selon les plantes.

En général, pour les fourrages, on applique une fumure après chaque coupe, et comme, dans ce système, on fait au moins quatre coupes et qu'on arrive même à sept, ce sont donc quatre à sept fumures que reçoivent annuellement ces récoltes.

Les turneps, les betteraves et les choux ne sont fumés que deux ou tout au plus trois fois, mais on leur

donne souvent un supplément d'une petite quantité de fumier ordinaire, de poudre d'os ou de guano. Lorsque ces dernières substances sont enterrées, et que le sol est préparé, on fume une première fois à l'engrais liquide avant la semaille, puis une seconde et une troisième fois sur la jeune plante, en laissant un certain intervalle entre chaque fumure.

Les céréales d'hiver reçoivent une première fumure avant la semaille, et une seconde au printemps sur la récolte déjà levée ; en outre, elles reçoivent, comme les racines, une certaine quantité de fumier ordinaire, car autrement elles ne trouveraient pas dans la fumure liquide assez de silice pour se fortifier et pour grener.

En effet, dans la majeure partie des cas, les pailles étant exclues des étables, ou bien n'étant pas liquéfiées, la silice ne peut pas abonder dans les engrais liquides ; aussi, d'après les analyses du professeur Way, un mètre cube d'engrais liquide préparé à la ferme de M. Huxtable renferme 5 kil. de carbonate de potasse, un peu moins d'ammoniaque, 127 grammes d'acide phosphorique, et 135 grammes de magnésie ; la quantité de silice y est en trop faible proportion pour qu'on en parle.

Le moment le plus propice pour fumer, c'est lorsque le sol n'est pas trop sec, ni le temps trop chaud, ni le vent trop fort ; car, dans ces conditions l'évaporation, et partant la perte en gaz fertilisants, sont moindres.

Les plantes levées ne sont jamais arrosées qu'un peu avant ou pendant la pluie, et lorsque le temps est

à la sécheresse, on arrose le soir ou encore de bonne heure, si on a des raisons pour redouter les gelées. Si l'on procédait autrement, on risquerait de brûler les plantes avec un liquide alcalin, qui ne manquerait pas de devenir corrosif en se concentrant par suite de l'évaporation ; d'ailleurs, ne sait-on pas que l'arrosage à l'eau pure est nuisible lorsqu'il est effectué en plein soleil ?

Enfin, lorsque toutes les circonstances sont défavorables, on affaiblit l'action nuisible de l'engrais sur la végétation, en étendant celui-ci de huit à dix fois son volume d'eau.

§ 73. **Résultats remarquables obtenus en Angleterre par l'emploi des engrais liquides.** — Les résultats obtenus en Angleterre par les fumures liquides justifient l'extension qu'elles prennent de jour en jour. Quelques exemples, et des plus authentiques, suffiront à nous édifier sur ce sujet.

Comme dans tout le comté d'Ayr, la laiterie et la fabrication du beurre étaient la branche essentielle de production dans la ferme de Myer-Mill de M. Kennedy. On y entretenait, avant l'adoption des engrais liquides, un peu plus de cent vaches d'Ayrshire, et bien que les terres eussent été améliorées par le drainage, le guano et les os, elles n'avaient jamais pu suffire à plus d'une tête de bête à cornes ou à cinq moutons pour chaque hectare.

Les deux tiers de la superficie étaient consacrés aux herbages permanents et temporaires, l'autre tiers était en labour, et on y faisait du blé, de l'avoine et du turneps.

En 1852, c'est-à-dire quatre à cinq ans après avoir adopté les engrais liquides, on trouvait dans cette même ferme, pendant tout le cours de l'année, 200 bêtes à cornes, 140 porcs, et 1,200 à 1,400 moutons ; tout cela à l'engrais, et l'engraissement continuait sans interruption pendant toute l'année ; de plus, 12 à 15 vaches laitières pour le service de la maison. Le ray-grass d'Italie donnait, en six ou sept coupes, 30,000 kilog. de fourrage sec par hectare ; le blé rendait de 35 à 43 hectolitres à l'hectare ; les turneps et l'avoine fournissaient à l'avenant.

En 1856, d'après des documents fournis par M. Kennedy lui-même, l'assolement se composait : 1° turneps, 2° blé, 3° ray-grass d'Italie, 4° avoine.

Le turneps rendait 76,127 kilog. par hectare ; le froment, 34 hectolitres 85 litres ; l'avoine, 58 hectolitres 60 litres ; le ray-grass d'Italie, 142,100 kilog. de fourrage vert, équivalant à 28,420 kilog. de foin sec. La portion de la sole de turneps qui était cultivée en choux donna 60,900 kilog. de produit par hectare, et les têtes de choux pesaient 5 à 6 kilog. ; le nombre des bestiaux correspondait à 1 tête 6/10 de gros bétail par hectare, proportion considérable qu'aucune exploitation dirigée par les procédés ordinaires n'a pas encore atteinte.

Passons à Canning-Park, où nous trouverons matière encore de plus ample instruction.

Avant que M. Telfer eût adopté l'usage des engrais liquides, cette ferme était très-pauvre ; sa surface, de 20 hectares, était complétement en herbages, comme elle l'est encore aujourd'hui, et on n'y entretenait que

8 à 10 vaches; aujourd'hui on en compte 48, et comme on n'y produit, ainsi que jadis, que du lait et du beurre, il nous sera plus facile d'y apprécier les résultats de l'application des fumures liquides que dans la ferme de Myer-Mill.

Le sol est un sable assez grossier, reposant à une faible profondeur sur une couche puissante de gravier et de galets roulés mêlés d'un peu d'argile.

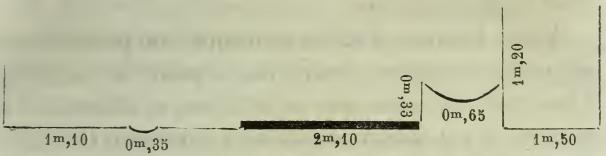
Les anciens herbages ont été défrichés et remplacés par du ray-grass d'Italie, qui est à son tour remplacé par des vesces, ou des betteraves, ou des choux, pendant l'intervalle biennal qui sépare les deux cultures successives de ray-grass.

Ce dernier fourrage vient encore mieux ici que dans la ferme de M. Kennedy, car en additionnant les hauteurs moyennes de la plante, avant chaque coupe, faite entre fin de mars et fin de septembre, on obtient un total de $4^{m},31$, et le nombre des coupes s'élève à huit par an au moins.

L'étable n'y est pas à claire voie. Les animaux sont sur deux rangs, séparés par un passage de $1^{m},50$ de largeur. Les têtes sont au centre, mais une cloison de $1^{m},20$ de hauteur règne de chaque côté du passage.

Derrière chaque rang est une rigole dallée, à section demi-circulaire, qui reçoit toutes les déjections et les conduit dans les réservoirs à fermentation. Au delà de la rigole se trouve de nouveau un passage de $1^{m},10$ de largeur pour la facilité du service.

Voici la coupe transversale de la moitié d'une étable :



Comme il n'y a pas de paille dans cette ferme, puisqu'on n'y cultive pas de céréales, la litière est remplacée par une natte en filaments de cocos qui, ne couvrant que les deux tiers de la partie antérieure de l'emplacement des animaux, n'est jamais salie par les déjections ; à la partie postérieure, on observe une couche de son gâté.

La fumure, distribuée par M. Telfer, est de 45,435 litres par hectare, quantité de moitié plus grande que celle donnée par les jardiniers dans l'arrosage à l'arrosoir.

Les pompes mues par la machine à vapeur élevant, par jour de dix heures, environ 86,320 litres de liquide, on peut fumer à peu près 2 hectares par jour.

Il est bon de dire qu'avant l'adoption des fumures par jaillissement, la rente de cette petite ferme ne dépassait guère 75 fr. par hectare, et le produit brut montait à peine à 4,000 ou 4,500. Quelques années plus tard, Canning-Park donna un produit brut de 27,875 fr., valeur qui se réduit à 21,000 fr. ou à un peu plus de 1,000 fr. par hectare, si l'on tient compte de la dépense de 5,875 fr., représentée par achat de foin, de graines, de tourteaux, et par frais spéciaux de fumure, de fauchage, etc., etc. Ces 21,000 fr. ne représentent pas, à la vérité, le bénéfice net, mais le pro-

duit débarrassé de toutes les dépenses propres au nouveau mode de culture.

Ainsi, Canning-Park a quintuplé son produit brut en quelques années, rien qu'en adoptant le sysème de Chadwick ; ajoutons que cette ferme, si obscure et si pauvre, il y a quelques années, est devenue le modèle de toutes les fermes à laiterie de l'Écosse. La reine l'a visitée deux fois, et les grands seigneurs anglais se sont empressés d'imiter leur souveraine.

La ferme de Liscard, près Birkenhead, dont le propriétaire est M. Littledale, a une étendue de 162 hectares, dont 20 n'ont aucune valeur, et 60 seulement, cultivés en ray-grass d'Italie, sont fumés par jaillissement. Le sol est sablo-argileux et le sous-sol est plus ou moins perméable. On n'y emploie comme engrais liquide que le purin qui s'écoule des étables et des écuries. Les excréments solides avec la litière sont employés, sous forme de fumier, dans les champs qui ne reçoivent pas de purin.

L'assolement est le même que celui de M. Kennedy, c'est-à-dire :

1° Turneps ou pommes de terre;

2° Froment;

3° Ray-grass d'Italie ;

4° Avoine et froment.

On fait en général quatre à cinq coupes, et chacune d'elles donne plus de 25,000 kilog. de foin vert par hectare, ce qui fait, par an et par hectare, 20 à 25,000 kilogrammes de foin sec : on y entretient 144 têtes de gros bétail, ce qui correspond à un peu plus d'une tête

par hectare productif. C'est un peu moins que chez M. Kennedy; mais c'est encore remarquable.

Dans cette ferme, contrairement au reste de l'Angleterre, le bétail est exclusivement soumis à la stabulation permanente.

Si l'on excepte une dépense annuelle de 3,250 fr. pour achat de tourteaux et de son, toute la nourriture est fournie par la ferme.

En 1855, la laiterie, qui se composait de 90 vaches Yorkshire courtes cornes, a produit un encaisse de 104,750 fr., le lait ayant été vendu à raison de 27^{c},5 par litre, et le beurre à raison de 3 fr. 20 c. le kilogramme. Ces prix sont exceptionnels sans doute, mais en les réduisant d'un tiers, ce qui les mettrait à peu près au même niveau que nos prix moyens, chaque vache n'aurait pas donné moins de 776 fr. de produit brut, et la vacherie entière 69,840 fr., sans compter les veaux qui ont été en partie élevés et en partie vendus à l'âge de deux mois.

Les herbages d'une ferme de 40 hectares et demi, appartenant à M. Pusey, ne rapportaient que 15^{f},65 par hectare, avant l'emploi des engrais liquides; plus tard, grâce à l'usage de ces engrais, après une coupe abondante effectuée au printemps, on y nourrit 90 moutons par hectare, pendant cinq mois de l'année.

A Clipestone, chez le duc de Portland, les herbages, qui étaient loués à raison de 9 à 15 fr. l'hectare, sont loués aujourd'hui 250 fr.

A la ferme de Mairdroekwood, chez M. Barter, 11 hectares d'herbages, qui jadis suffisaient à peine

à la nourriture de 2 vaches laitières, en entretiennent maintenant 40, sans compter 4 chevaux.

Les prés naturels d'une ferme appartenant à M. Romilly, dans le Glamorganshire, qui ne produisaient, avant 1850, qu'une petite quantité de très-mauvais foin, donnent actuellement trois coupes d'une herbe excellente.

Les résultats que M. Neilson a obtenus à sa ferme de Halewood sont tellement remarquables, qu'il déclare que, si un fermier payait 20 0/0 d'intérêt du capital qu'il consacrerait à l'établissement des fumures liquides, il y trouverait encore un grand profit. Or, M. Neilson passe pour un des agriculteurs qui savent le mieux calculer de toute la contrée.

Pour tout dire, M. Littledale, dans une enquête agricole, a déclaré qu'en dix ans il avait quadruplé son revenu.

§ 74. **Objections faites au système tubulaire.** — Je dois maintenant faire connaître les objections que l'on a faites à ce système et les réponses qu'elles ont provoquées.

On a demandé, premièrement, si la fumure liquide n'amènerait pas à la longue l'épuisement du sol ; on a répondu que cette sorte d'engrais ne diffère du fumier que par la forme, ce qui est un grand avantage, car elle permet à l'agriculteur de rentrer à bref délai dans ses avances, et le capital des engrais se trouve ainsi élevé à sa plus haute puissance de circulation. C'est par ce moyen que l'agriculteur se fait véritablement un industriel dont le but est de réaliser des bénéfices par des opérations à court terme, mais souvent répé-

tées. D'ailleurs, en Belgique et en Allemagne, beaucoup de terres, depuis longues années, ne reçoivent d'autres engrais que du purin ou de la gadoue, et leur fertilité ne s'est pas démentie un seul instant.

Dans les environs d'Édimbourg, il existe 150 hectares de prés qui, depuis trente ans, sont arrosés avec les eaux des vidanges de cette ville. Ces prés donnent de cinq à sept coupes par an, et sont loués de 1,100 à 1,500 fr.

Lors même que, sous l'énergique action d'une végétation continue, l'humus finirait par faire défaut, l'enfouissement d'une ou plusieurs récoltes en vert apporterait un remède salutaire.

Il faut cependant ne pas se le dissimuler : à moins de quelques cas exceptionnels, les engrais liquides ne pourraient jamais jouer le même rôle que le fumier ordinaire, attendu que celui-ci non-seulement est un engrais, mais est aussi un amendement. La partie pailleuse du fumier rend la terre poreuse, ou, pour mieux dire, perméable à l'air : or, sans air, les engrais enfouis dans le sol ne peuvent pas subir les transformations nécessaires pour devenir assimilables. Si, dans des terres légères, l'usage exclusif des engrais liquides a pu être prolongé pendant plusieurs années, dans les terres fortes il n'a pas été possible de le continuer au delà de trois à quatre ans : il a fallu, après cette période, revenir au fumier, ce qui n'a pas empêché l'emploi auxiliaire simultané de l'engrais liquide, et puis, plus tard encore, son emploi exclusif pendant la même période.

§ 74 bis. **Le système tubulaire est-il applicable en**

France ? — Dès que la méthode des fumures par jaillissement a été connue en France, on s'est demandé si elle pouvait y être adoptée au point de vue du prix ; à ce sujet, M. Moll s'est livré à une discussion dont je vais faire connaître les points principaux. Tout d'abord, cet agronome distingué s'est préoccupé du prix de la houille, plus élevé en France qu'en Angleterre. Dans les fermes de ce dernier pays où la méthode Chadwick est en usage, on trouve des machines à vapeur qui ne servent pas seulement à fumer les terres, mais qui servent de force motrice pour la plus grande partie des travaux de la ferme, travaux qui, en France, se font, soit avec des chevaux ou des bœufs au manége, soit, plus souvent encore, à bras d'hommes, comme le beurre ; ce qui n'empêche pas d'effectuer toutes ces opérations assez économiquement pour que nous luttions avec avantage contre les produits agricoles anglais. D'un autre côté, puisque les machines à vapeur (dans la situation que nous considérons) ne sont occupées que pendant très-peu de temps à la préparation et à la distribution du fumier liquide, on peut conclure que ce nouveau système serait encore applicable, avec bénéfice, dans les contrées où le charbon serait deux à trois fois plus cher qu'il ne l'est moyennement en Écosse et en Angleterre, pourvu, toutefois, que le relief du terrain et la hauteur à laquelle il faudrait élever l'engrais liquide ne fussent pas dans des circonstances défavorables.

M. Moll va même plus loin, et il admet qu'en supposant de bonnes conditions, ce mode nouveau de culture serait encore avantageux là où l'on remplace-

rait la machine à vapeur par les chevaux. Il ajoute qu'on pourrait utiliser des chutes d'eau, en supprimant quelques-uns de ces petits moulins à la grosse dont la vente vaut à peine celle des prés qui y sont habituellement annexés.

Un grand nombre de ces moulins, dit-il, emploient une chute de 6 à 8 chevaux à faire tourner une paire de meules. Ils ont le plus souvent 3 à 6 hectares de prés, qui se loueraient en moyenne 100 fr. l'hectare, et qui ne sont affermés avec le moulin que 500 à 800 fr.

Ainsi, d'après M. Moll, au point de vue de la force motrice, nulle difficulté : la vapeur, là où la houille est à un prix convenable ; les chevaux, dans les exploitations moyennes ; les chutes d'eau, partout où l'on pourra s'en procurer.

Quant aux obstacles que peuvent offrir la configuration et la nature du sol, il en sera en France comme en Angleterre, c'est-à-dire qu'il faut céder devant ceux qu'il serait trop dispendieux de surmonter ; et, de même que le drainage convient mieux à une terre qu'à une autre, de même les fumures par jaillissement ne pourront pas être appliquées avec un égal succès à toutes les terres. La raison dit que les sols légers, naturellement perméables, ou bien encore les sols drainés, seront les plus appropriés au nouveau mode de culture.

M. Moll aborde ensuite la question du climat, qu'il considère au double point de vue du bétail et des fourrages.

Pourrons-nous, pendant nos hivers, plus rigoureux

que ceux d'Angleterre et d'Écosse, priver nos bestiaux de litière? Oui, dit-il, puisqu'on en fait autant dans plusieurs contrées de la Suisse et de la Hollande où l'hiver est encore plus froid qu'en France.

Quant aux plantes, après avoir comparé la différence de climat entre la France et l'Angleterre, après avoir pris en considération les résultats de l'emploi des engrais liquides en Alsace, en Belgique et dans la Prusse rhénane, il conclut que les arrosages des récoltes sur pied ne devraient s'effectuer que pendant les saisons humides, dans les contrées à été sec; dans les localités à pluies estivales, on ne devrait fumer que les semailles nouvelles et les ray-grass qui viennent d'être coupés ou pâturés, et encore ne faudrait-il le faire que pendant ou immédiatement après la pluie.

Ainsi, on n'arroserait jamais les plantes qui auraient pris déjà un certain développement : les ray-grass, trèfles, luzernes et herbages naturels ne recevraient l'engrais qu'après chaque coupe et avant les nouvelles pousses. L'application du fumier liquide ne devrait se faire que pendant la pluie ou lorsque le sol et les plantes sont imprégnés d'humidité : le soir en été, le matin dans les autres saisons, à cause des gelées nocturnes.

Enfin, notre agronome se livre à des calculs pour résoudre la question économique, et il arrive à démontrer qu'avec un seul cheval, et en supposant une distribution de 50,000 litres par hectare, quantité supérieure à celle qu'emploient MM. Kennedy et Telfer, on pourrait arroser plus de 76 ares par jour. Avec cette donnée fondamentale, chacun peut établir

une comparaison entre les frais d'un ou de plusieurs manéges avec les frais d'une machine à vapeur, en attribuant à chaque cheval une force égale à 3/5 de cheval-vapeur, sans oublier que si une machine au repos ne consomme point de combustible, un cheval qui n'est pas occupé à faire jaillir la fumure liquide sert pour les autres travaux de l'exploitation et produit de l'engrais.

Il reste encore un point, qui paraît le plus scabreux, c'est le prix des tuyaux de fonte qui doivent conduire les liquides. La fonte, en France, coûte plus cher qu'en Angleterre; mais ne pourrait-on pas demander si les résultats obtenus à Canning-Park, par exemple, auraient été beaucoup moins fructueux si les tuyaux et les regards en fonte avaient coûté 7,500 fr., au lieu de 2,300 fr., c'est-à-dire trois fois plus que M. Telfer ne les a payés? Au surplus, pourquoi ne pourrait-on pas, du moins dans plusieurs cas, remplacer la fonte par de la poterie?

L'expérience a montré, en Angleterre, que toutes les fois que la pression ne dépasse pas une atmosphère, c'est-à-dire la pression qu'exerce une colonne d'eau de $10^{m},33$ de hauteur, les tuyaux en grès bien confectionnés peuvent fort bien résister, sans compter que chez M. Huxtable, dans la ferme de Sutton-Waldron, on emploie avec succès des conduits en grès qui résistent à une pression de 3 atmosphères.

En employant des tuyaux en poterie, il faudrait les vernir, et luter les joints avec du mortier hydraulique.

Une expérience de deux ans et des observations attentives ont convaincu M. Peter Love que les cultures

des plantes fourragères, et notamment du ray-grass d'Italie, sont les seules que les fumures Chadwick améliorent assez pour qu'on en retire d'importants bénéfices : d'un autre côté, le système tubulaire étendu à toute une exploitation ne peut servir que pendant une partie de la rotation de l'assolement auquel les terres sont soumises.

Dans cet état de choses on se demande comment ne pas s'effrayer d'une dépense d'établissement qui, pour une ferme de 4 hectares, par exemple, ne monterait pas à moins de 21,700 fr., ou à 525 fr. par hectare, sans compter que l'usure du matériel est beaucoup plus considérable qu'on ne l'avait supposé dès l'origine !

M. Peter Love répond lui-même à cette objection, en disant que le système ordinaire avec tuyaux souterrains fixes peut être modifié par l'emploi de tuyaux portatifs et d'une machine de distribution particulière, de telle sorte que la dépense de 525 fr. par hectare peut être réduite à 384. (Voir le mémoire de M. Peter Love dans le tome XX (1859) du *Journal de la Société royale d'agriculture d'Angleterre*, ou un extrait de ce mémoire dans le *Journal d'agriculture pratique* de M. Barral, année 1860, t. I^er^, p. 146.) Cette dépense est encore considérable, mais il ne faut pas oublier qu'elle rend le cultivateur, qui aurait le courage de la faire, le maître de la situation.

Non-seulement il fume avec promptitude, célérité et économie les récoltes déjà levées, comme les terres simplement préparées ou ensemencées, mais, venant en aide aux semailles faibles, il donne aux dernières coupes une vigueur égale aux premières, modifie, sui-

vant les circonstances et les besoins de la végétation, la nature de l'engrais qu'il emploie, depuis le fumier liquide jusqu'à l'eau : il tombe sous le sens que l'agriculteur qui, avec sa force motrice, ses pompes, ses réservoirs, ses conduits, peut arroser avec des engrais liquides arrosera aussi bien avec de l'eau, à cela près que, lorsqu'il n'aura pas de ce liquide en abondance, il sera toujours moins gêné que s'il se trouvait dans les conditions ordinaires, attendu que par ce nouveau mode d'arrosage il obtiendra, avec 100 mètres cubes d'eau, le même effet qu'il obtiendrait avec 1,000 par la voie accoutumée d'irrigation.

§ 75. **Essais faits en France.** — Jusqu'à présent, malgré les instigations des journaux agricoles, l'emploi des engrais liquides par le système tubulaire n'a été tenté que par MM. Moll et Mille sur la ferme de Vaujours près de Bondy, et, d'une manière plus ou moins complète, par quelques agriculteurs des départements de l'Orne, du Pas-de-Calais et du Bas-Rhin. Les tentatives sont trop récentes pour qu'on puisse les juger en dernier ressort. Aussi à la ferme de Vaujours les frais d'établissement se sont-ils élevés à 519 fr. par hectare, et les deux exercices 1857 à 1859 se sont soldés par une perte de 11,700 fr. 90 c., non compris l'absence de rente de 157,000 fr. qui constituent le capital d'exploitation ; mais si, au point de vue économique, les résultats obtenus ne sont pas encourageants, au point de vue exclusivement agricole ils consacrent une fois de plus la supériorité du système tubulaire sur tous les autres, puisque toutes les récoltes en général, et en particulier celle des fourrages, ont été remarquables.

Ajoutons que ce sont les vidanges de Paris qui ont servi à MM. Moll et Mille, pour leurs expériences de Vaujours, et que cet engrais n'est comparable ni aux liquides qui ont subi une fermentation prolongée, comme la *gadoue,* ni aux liquides très-dilués, tels que ceux qui sont employés en Angleterre.

En résumé, s'il est trop tôt pour juger les essais faits en France sur les engrais liquides, il est assez tôt pour établir que leur supériorité fertilisante sur tous les autres engrais s'est maintenue chez nous comme chez nos voisins d'outre-Manche : il suffit, pour s'en convaincre, de lire le compte rendu de 1859 à 1860 publié par M. Moll.

CHAPITRE X.

GUANO ET POULENÉE.

Sommaire. — 76. Le guano est reconnu comme un engrais depuis longtemps. — 77. Principaux gisements de guano. — 78. Constitution du guano. — 79. Pourquoi, malgré l'égalité d'origine, tous les guanos n'ont pas la même composition.— 80. Caractères et propriétés des principaux guanos. *a.* Guano des îles Chinchas (Pérou). — *b.* Guano du Chili. — *c.* Guano de Bolivie. — *d.* Phosphatic guano. — *e.* Guano de carrière. — *f.* Guano de Pingouin et de Shag (Patagonie). — *g.* Guano Baker et Jarvis. — *h.* Guano d'Afrique. — *i.* Autres guanos de moindre importance. — 81. Fraudes exercées sur le guano. — 82. Modes d'application du guano. — 83. Différents modes d'agir des guanos. — 84. Quelles que soient sa qualité et sa provenance, le guano sera toujours un engrais incomplet. — 85. La fiente de volaille (colombine, poulenée) doit avoir quelque analogie avec le guano.

§ 76. **Le guano est reconnu comme un engrais depuis longtemps.** — Suivant Garcilaso de la Vega, le guano fut exploité comme engrais, pour la première fois, vers la fin du treizième siècle, sous le règne de

Jahuar Huacac, septième empereur du Pérou. L'Europe ne l'a connu qu'au commencement de ce siècle, grâce à Alexandre de Humboldt, qui, en lui signalant l'existence d'une substance que les Indiens considéraient comme un engrais, était loin de se douter que, quarante ou cinquante ans plus tard les agriculteurs européens feraient le tour du monde pour s'en procurer. Pour donner une idée de la masse de guano que l'agriculture européenne absorbe, il suffira de dire qu'en 1856 le Pérou lui en a envoyé 77 navires, et nous ne comptons pas toute la portion qu'elle a reçue du Chili, de la Bolivie, de la Patagonie, d'Ichaboë, de Saldanha, de l'Arabie, de Sardaigne, et même des montagnes du Jura.

§ 77. **Principaux gisements de guano.** — Suivant M. Boussingault, les gisements de guano sont répartis sur le littoral du Pérou entre le 2e et le 21e degré de latitude australe. En dehors de ces limites, le guano se rencontre encore quelquefois même très-abondamment, mais alors il est appauvri des principes azotés auxquels il doit une grande partie de ses propriétés fertilisantes. En allant du sud vers l'équateur, les principaux gisements sont ceux de : « *Chipana*, *Huanil-* « *los*, *Punta de Lobos*, *Pabellon de Pica*, *Puerto* « *Ingles*, *Islas Patillos*, *Punta grande*, *Isla de Iqui-* « *que*, *Pisagua*, *Ilo*, *Jesus y Cocotea*, et les îles de la « baie d'*Islay*. » Les îles de *Chincha*, fameuses par l'excellente qualité du guano qu'elles fournissent, sont situées au nord d'*Iquique*, par le 13e degré de latitude australe, et alignées du sud au nord.

§ 78. **Constitution du guano.** — En admettant que

le guano soit le produit de l'altération de la fiente des oiseaux marins, il faudra également admettre que son âge est très-ancien et que le nombre des oiseaux qui ont habité les îles péruviennes a dû être immense : il l'est déjà de nos jours, car les voyageurs du dix-huitième siècle s'accordent à dire que les oiseaux de mer qui peuplent les îles les plus riches en guano, sont si nombreux que l'air en est obscurci. Si nous ajoutons que les lois des Incas prononçaient la peine de mort contre quiconque cherchait à effrayer ou à tuer les oiseaux marins à l'époque de leur ponte ou de leur incubation, nous nous expliquerons cette grande accumulation de matière fertilisante. D'après les travaux géodésiques de M. Francisco de Rivero, exécutés en 1844, le guano que l'on trouve encore dans les dépôts du sud, de Punta-Grande, des îles Chinchas, de Viegas y Carretas et de Ballesta, pèserait 378 millions de quintaux métriques, en y comprenant le guano que l'on aurait extrait jusqu'à l'époque de ces travaux.

De tous les guanos, celui du Pérou, et de tous les guanos provenant de cette contrée, celui des îles de Chincha est le plus azoté. Les quinze analyses faites par Nesbit sur des échantillons recueillis dans ces îles donnent pour composition moyenne :

Matières organiques contenant de l'acide urique, de l'acide oxalique et des sels ammoniacaux...	52,52
Phosphate de chaux.....	19,52
Acide phosphorique.....	3,12
Sels alcalins.....	7,56
Silice et sable.....	1,46
Eau.....	15,82
	100,00

Azote dosé.... 14,20 0/0.

De son côté, M. Ernest Baudrimont a analysé seize échantillons de guano du Pérou, provenant sans doute de localités différentes, et il a trouvé des variations notables, spécialement pour l'azote, ainsi qu'on le voit par le tableau suivant :

QUANTITÉS EXTRÊMES ET MOYENNES D'AZOTE, PHOSPHATES ET EAU, TROUVÉES DANS SEIZE ÉCHANTILLONS DE GUANO DU PÉROU, PAR M. E. BAUDRIMONT.

	Azote.	Phosphates.	Eau.
Maximum.....	14,32	26,28	21,00
Minimum.....	3,80	18,74	10,30
Moyenne....	7,41	23,31	13,72

§ 79. **Pourquoi, malgré l'égalité d'origine, tous les guanos n'ont pas la même composition.** — Nous avons déjà dit, § 77, qu'au delà de certaines latitudes le guano est peu riche de principes azotés : la cause en est due aux conditions climatériques des différents lieux. Là où le climat est très-sec, le guano conserve ses principes organiques azotés et ses sels ammoniacaux ; là au contraire où les pluies sont fréquentes ou abondantes, le guano perd une grande partie de ses principes solubles dans lesquels se trouve justement l'azote, et s'enrichit relativement des principes insolubles, parmi lesquels figurent les phosphates.

M. Boussingault nous dit que dans la partie de la mer du Sud où gît le guano très-azoté, depuis *Tumbes* jusqu'au désert d'*Atacama*, la pluie est pour ainsi dire inconnue ; tandis qu'en dehors de ces limites, au nord de Tumbes, dans les forêts impénétrables et marécageuses du Choco, il pleut presque sans interruption. Lorsque M. Boussingault se trouvait à Payta, il y avait dix-sept ans qu'il n'y avait plu.

Ainsi donc, les gîtes de guano azoté ou ammoniacal se trouvent dans la zone où la pluie est rare, et qui est comprise entre Payta et le Rio-Loa. Au delà plus au nord, comme plus au sud de ces points extrêmes, le guano, exposé aux pluies tropicales, est généralement très-peu azoté.

Il est rare néanmoins de trouver un guano, quelles que soient sa provenance et sa richesse en azote, dépourvu de salpêtre. Comme nous le verrons plus tard, ces guanos qui ne renferment presque pas d'azote ammoniacal, et qui en revanche contiennent environ 90 0/0 de phosphates terreux, ne révèlent pas moins à l'analyse autant de nitrate de potasse que le guano des îles Chinchas. Ajoutons toutefois que la proportion du salpêtre dans les guanos ne s'élève pas généralement au delà de quelques millièmes, quoique M. Boussingault en ait trouvé 3 0/0 dans un échantillon provenant des îles Gallapagos.

§ 80. **Caractères et propriétés des principaux guanos.** — a. *Guano des îles Chinchas* (Pérou). — Le *guano du Pérou*, îles Chinchas, est jaune fauve; il a une odeur qui rappelle d'abord celle de la valériane, et qui devient ensuite putride et ammoniacale. La teinte café au lait est celle des guanos supérieurs. Quand ils sont gris, c'est qu'ils contiennent de la terre; plus ils renferment d'eau, plus leur couleur approche du bistre. La saveur des bons guanos doit être piquante et salée; plus leur odeur est ammoniacale, plus ils sont azotés.

Le bon guano du Pérou est ordinairement onctueux au toucher. Il est en petits grains, souvent même il

est pelotonné, et il ne doit jamais être terreux et pulvérulent, ni renfermer beaucoup de pierres et de gravier.

Une petite pincée d'un bon guano, placée sur une lame de platine qu'on fera rougir au moyen d'une lampe à alcool, se boursoufle, brûle avec une longue flamme, et laisse du charbon volumineux ; moins il brûlera et se carbonisera, plus il sera pauvre en matières organiques.

La cendre doit être légère et d'un blanc de perle. Si elle est lourde, c'est un indice qu'on y a ajouté de la terre.

Un guano réellement riche en azote doit dégager une forte odeur ammoniacale, lorsqu'on le mêle avec de la chaux vive.

Enfin, un signe certain de la bonne qualité d'un guano consiste dans la coloration rouge vif qu'il manifeste lorsqu'on l'arrose avec un peu d'acide nitrique, et qu'on le dessèche au bain-marie ; la couleur deviendra encore plus intense, si l'on humecte le résidu de l'évaporation avec un peu d'ammoniaque.

b. *Guano du Chili.* — Le *guano du Chili* renferme des corps durs de couleur jaunâtre et de forme anguleuse, composés en grande partie de sel marin aggloméré. Rarement il contient plus de 10 0/0 d'azote et au delà de 45 à 48 0/0 de phosphates ; il est plus humide que celui du Pérou, car il perd par la dessiccation de 22 à 25 0/0 d'eau. Il renferme 5 à 6 millièmes de salpêtre.

Le climat du Chili explique son infériorité à l'égard du guano des îles Chinchas. Au Chili, la saison des

pluies dure cinq mois, et les rosées y sont fréquentes pendant l'été. Le guano se trouvant lavé sur place, perd une partie de son azote qui est sous la forme de sel ammoniacal soluble, et devient par conséquent moins azoté que celui des îles Chinchas qui n'éprouve jamais l'action de l'eau.

c. *Guano de Bolivie.* — Le *guano de Bolivie* est encore moins azoté que celui du Chili. En effet, il renferme 3 à 5 0/0 d'azote ; mais, en revanche, il est riche en phosphates, et on en trouve qui en contient jusqu'à 60 0/0. Cependant, la teneur ordinaire en phosphates oscille entre 45 et 50 0/0.

Il est à remarquer que moins un guano est azoté, plus il est phosphaté ; ce qui indique que le guano a généralement la même origine, et que s'il s'enrichit en phosphates, c'est qu'il s'appauvrit de matière organique azotée, par suite d'une cause quelconque qui la lui enlève.

d. *Phosphatic guano.* — Depuis quelque temps on importe en Europe de grandes quantités d'un guano de Sombrero-Island dont le gisement est situé par 18°,35 de latitude nord et 63°,28 de longitude ouest du méridien de Greenwich. Ce guano renferme environ 86 0/0 de phosphates terreux dont la moitié est du phosphate d'alumine. Il ne renferme presque pas d'azote.

e. *Guano de carrière.* — Sous le nom de *guano de carrière*, on amène du cap Horn en Europe, des quantités considérables d'un soi-disant guano pulvérulent, ayant une couleur chamois, très-peu odorant, et qui est caractérisé par cette circonstance, que la

presque totalité de son acide phosphorique se trouve à l'état de phosphate d'alumine plus soluble dans les acides avant qu'après la calcination. Néanmoins, l'eau lui enlève de très-faibles quantités de phosphate soluble de chaux et de salpêtre.

Sa richesse en azote ne dépasse pas 2,8, et la proportion des phosphates n'est jamais supérieure à 33 0/0. Son gisement se trouve sous une couche de gravier terreux d'une épaisseur variable, ne dépassant pas un mètre. Il a un toucher gras, provenant de l'argile dont il est formé. Les navigateurs qui l'exploitent s'en servent pour construire leurs habitations temporaires, et notamment des fours.

Il est probable que ces prétendus guanos, contenant une forte proportion de phosphate d'alumine, servent à falsifier les guanos azotés du Pérou. Comme ces derniers ne renferment pas naturellement de phosphates alumineux, si on leur en trouve, cela indiquera qu'ils seront fraudés.

f. *Guano de Pingouin, et guano de Shag.* — Des côtes de Patagonie, un peu en deçà du cap Horn, il nous arrive aussi deux guanos formés par les Pingouins et les Shag (espèces de Cormorans) qui vivent le jour à la mer et reviennent passer la nuit dans des îlots non loin de la côte. Ces guanos se composent de fiente, de plumes, d'ossements d'oiseaux et de poissons, de matières terreuses et de quelques graviers. Ils forment des couches qui varient de 10 à 30 centimètres.

Voici les diverses proportions de phosphates et d'azote que je leur ai trouvées.

	SHAG.	PINGOUIN.
Phosphate de chaux mêlé d'un peu de phosphate d'alumine et de magnésie.....	32 à 34	35 à 36
Azote total, en y comprenant celui qui est sous la forme de nitre..	9 à 12	3,25 à 4,35

Dans ces guanos, et spécialement dans celui de Shag, j'ai trouvé des cristaux très-nets et très-volumineux de phosphate ammoniaco-magnésien, ainsi que des aiguilles tantôt isolées, tantôt groupées de chaux phosphatée pseudomorphique. J'y ai aussi remarqué de gros fragments d'une roche couleur chamois, à texture cristalline, perdant par la calcination 28 à 30 0/0 de matières organiques azotées, et laissant un résidu d'une blancheur éclatante, entièrement soluble dans les acides et formé de phosphate de chaux, et de quelques traces de phosphate de magnésie.

g. *Guano Baker et Jarvis.* — Les petites îles Baker et Jarvis, situées par 0°,3 latitude sud, et 150 à 160° longitude ouest, sont exclusivement habitées par des oiseaux de mer. On n'y trouve ni eau, ni végétation, et elles sont formées par des coraux. La fiente et le détritus des oiseaux, ainsi que des poissons qui leur servent de nourriture, ont recouvert la surface de ces îles d'une couche d'une substance remarquable par son grand état de division et par son abondance en phosphates terreux.

Ces deux guanos, qui aujourd'hui ont pris une grande place dans le commerce des engrais, ont été analysés par plusieurs chimistes d'Europe et d'Amérique, et l'on peut dire que, sous le rapport de la composition, ils sont des mieux connus.

Je me bornerai à consigner ici les analyses complètes qui ont été publiées par M. Liebig.

	BAKER.	JARVIS.
Phosphate tribasique de chaux.....	78,798	17,397
— bibasique.....	»	16,126
— de magnésie.....	6,125	1,241
— de fer.....	0,126	0,160
Sulfate de chaux.....	0,134	44,549
Acide sulfurique, potasse, soude, chlore, matière organique et eau...	14,950	20,886
	100,133	100,359

Ce qui frappe le plus dans ces deux analyses, c'est la différence qui existe entre deux substances ayant une origine commune, et paraissant avoir dû subir l'action des mêmes causes modificatrices.

Tandis que le guano Jarvis renferme presque la moitié de son poids de sulfate de chaux, le guano Baker n'en renferme pas de traces; de plus, ce dernier ne renferme que du phosphate tribasique, insoluble dans l'eau, tandis que le Jarvis est facilement soluble, une grande partie de son phosphate étant bibasique.

On serait presque tenté de croire que le guano Jarvis a été traité avec de l'acide sulfurique, en vue d'en faire un perphosphate analogue à celui qu'on fabrique en Angleterre et dont nous parlerons plus tard; mais il n'en est rien, et, après les renseignements les plus authentiques, le guano Jarvis, qu'on trouve dans le commerce, est bien tel qu'on l'extrait des îles de ce nom.

Cependant, quoique le guano Baker ne contienne, d'après l'analyse, que du phosphate insoluble, il

n'abandonne pas moins à l'eau une certaine quantité de phosphate de chaux soluble. Ce sel prendrait-il naissance sous l'action de l'eau?

Voici ce qu'a trouvé M. Liebig, en faisant filtrer 10 litres d'eau à travers 1 kil. de chaque guano :

	GUANO BAKER.	GUANO JARVIS.
	gr.	gr.
Acide phosphorique.....	4,93	9,16
Chaux.....	11,55	27,49

Ces deux guanos ne renferment guère d'azote ; toutefois, le Baker en accuse 1 0/0, et 1 kil. abandonne à l'eau 3,20 de nitrate de potasse; 1 kilo de Jarvis en abandonne 5 grammes ; or, on sait que 100 parties de salpêtre en renferment un peu moins de 14 d'azote.

Une autre remarque digne d'intérêt, faite par M. Liebig, c'est que la solubilité dans l'eau de ces deux guanos augmente par l'addition d'une petite quantité de sel marin. Si l'on fait digérer séparément 1 kilogramme de guano Baker et de guano Jarvis, d'une part dans 50 litres d'eau pure, et d'autre part dans 50 litres d'eau renfermant un millième de sel marin, on obtient des résultats très-différents, ainsi qu'il est aisé de le voir par ce tableau :

	GUANO BAKER.		GUANO JARVIS.	
	Eau pure.	Eau salée.	Eau pure.	Eau salée.
	gr.	gr.	gr.	gr.
Acide phosphorique.	3,79	4,76	2,44	5,88
Chaux.....	8,41	9,31	10,12	53,66
Acide sulfurique...	11,63	12,41	22,87	73,15
Magnésie.....	0,82	»	1,38	»
	24,65	26,48	36,81	132,69

Il ne sera pas inutile de rappeler ici l'opinion d'un homme aussi compétent que M. Liebig, sur le mérite agricole de ces deux guanos : « Je regarde, dit-il, la « découverte des dépôts de guano dans les îles Baker « et Jarvis comme un événement heureux pour l'a- « griculture à l'époque actuelle... Autant qu'on peut « juger, par la constitution chimique et la composition, « l'effet de ces deux sortes de guano, il est à peine per- « mis de douter que, dans tous les cas où, par l'emploi « de la poudre d'os, les produits d'un champ en blé ou « en fourrages sont augmentés, on peut se servir à sa « place du guano Baker avec un avantage marqué. « Le phosphate de chaux du guano Baker est beau- « coup plus soluble que le phosphate des os, et si l'on « admet que ces derniers en contiennent 60 0/0, « 100 parties en poids du guano Baker, par le phos- « phate qu'elles contiennent, doivent avoir la même « action que 140 parties en poids d'os, c'est-à-dire « que l'agriculture, avec 70 parties en poids de guano « Baker, obtiendra pour ses champs le même effet « qu'avec 100 parties de farine d'os.

« Le guano Baker devrait être d'une grande impor- « tance pour la production du superphosphate de « chaux...

« Le guano Jarvis, d'après la quantité de phosphate « de chaux qu'il contient, possède une valeur moindre, « comme article d'importation, que le guano Baker, « en tant que 44 parties en poids de guano Baker con- « tiennent autant d'acide phosphorique que 100 par- « ties de guano Jarvis ; mais le guano Jarvis est riche « en plâtre, dont il faut toujours tenir compte comme

« engrais, et enfin, *l'acide phosphorique a, dans le « guano Jarvis, une valeur agricole un peu plus éle- « vée*, attendu que près, de la moitié de celui-ci est con- « tenue sous la forme d'un selphosphorique soluble, de « telle sorte que, pour les betteraves et les trèfles, il ne « devrait pas, dans ses effets, être au-dessous du guano « Baker, quoique ceux de ce dernier auront, à poids « égal, une durée double. »

A ces éloges bien mérités, j'en ajouterai un autre qui, selon moi, est très-fondé : c'est que ces deux guanos, et notamment le Baker, ne renferment guère d'humidité, et pas du tout de matières inertes ; de façon qu'en achetant de ces engrais, on n'achète pas de l'eau au même prix que l'engrais lui-même, et on ne paye le transport d'aucune matière inerte et par conséquent inutile.

Je ne crois pas me tromper en disant que, de tous les engrais essentiellement phosphatés, l'engrais Baker est celui qui devrait attirer le plus l'attention des cultivateurs.

h. *Guano d'Afrique.* — Le *guano d'Afrique*, et spécialement celui qui nous arrive des îles Ichaboë et de celles qui avoisinent Angra-Pecqueña et les baies de Saldanha et d'Élisabeth, ne paraît pas être exclusivement formé de fiente d'oiseaux. En effet, on y rencontre peu ou point d'acide urique, et dans le guano d'Ichaboë, qui est brun-chocolat, on remarque des débris d'os de poissons, des coquilles d'œufs, des plumes, des débris de végétaux, et beaucoup plus de parties cristallines que dans le guano du Pérou. Il est probable que les déjections de phoques, et peut-être

même les restes de ces amphibies, y entrent dans une forte proportion.

MM. Boussingault et Payen ont trouvé, dans le guano d'Afrique, à son état normal d'humidité, presque 10 0/0 d'azote, et M. Thomas Way y a constaté des proportions extrêmes et moyennes d'azote, qu'il est bon de connaître pour être convaincu encore une fois que rien n'est plus erroné que de juger un guano d'après sa provenance.

QUANTITÉS EXTRÊMES ET MOYENNES D'AZOTE, D'EAU ET DE PHOSPHATES DES GUANOS D'AFRIQUE, SUIVANT LES ANALYSES DE M. THOMAS WAY.

		Azote.	Phosphates.	Eau.
Ichaboë..	Maximum.....	8,84	37,0	»
	Minimum.....	4,20	26,0	»
	Moyenne.....	6,81	30,3	27,40
Saldanha	Maximum.....	2,32	60,9	»
	Minimum.....	0,87	49,0	»
	Moyenne.....	1,56	55,4	22,20

Il est donc évident que les guanos ne présentent pas de composition constante, et que si l'on admet d'une manière générale que celui d'une certaine contrée est meilleur que celui d'une autre, cela ne veut pas dire qu'il n'y ait souvent des exceptions, et que les intérêts de l'acheteur ne puissent être garantis autrement que par l'analyse du guano qu'on lui vend.

Les îles situées dans la baie de Koorza-Moria sont couvertes de guano dit d'Arabie, et, d'après les calculs de sir Graham, il doit y en avoir deux milliards de kilogrammes. A l'aspect, il paraît identique avec celui d'Ichaboë.

i. *Autres guanos de moindre importance.* — Dans plusieurs grottes des provinces de Sassari et d'Alghero,

en Sardaigne, on a découvert des dépôts de déjections de chauves-souris, qu'on a considérées comme une sorte de guano, qui cependant ne renferme ni phosphate de chaux ni acide urique. Rien de plus naturel que cette différence, puisque les excréments des mammifères sont autrement composés que ceux des oiseaux.

En revanche, le guano sarde renferme entre 15 et 20 0/0 de sels alcalins solubles, dont les trois quarts sont des phosphates. D'après les analyses de M. Barral, le guano sarde renferme entre 23 et 26 0/0 d'eau, et entre 4 et 4 1/2 0/0 d'azote.

Les guanos du Jura et de l'Algérie paraissent avoir la même origine que ceux de la Sardaigne.

§ 81. **Fraudes exercées sur les guanos.** — Le prix élevé du guano a éveillé la cupidité des fraudeurs, qui n'ont pas hésité à introduire dans cet engrais de la terre jaunâtre, de la sciure de bois, de la brique pilée, de la poudre de tourteaux.

L'analyse est le moyen le plus sûr pour découvrir ces fraudes; toutefois, quelques indications pourront rendre circonspects les acheteurs qui ne se trouveraient pas en mesure de faire faire une analyse en temps opportun.

J'ai déjà dit quels sont les caractères du bon guano péruvien ; j'ajouterai que sa cendre doit être légère et d'un blanc de perle. Lorsqu'elle est lourde et colorée, c'est un indice qu'on y a ajouté de la terre ou des substances contenant de l'oxyde de fer. Au reste, il existe chez nous des règlements qui obligent les vendeurs d'engrais à en afficher l'analyse, et il existe de plus, un contrôle officiel qui garantit suffisamment les intérêts des consommateurs.

Je dois cependant signaler une fraude qui échappe au contrôle le plus consciencieux. On sait que le guano est vendu au poids : or, le poids de cet engrais peut singulièrement augmenter, même par une simple absorption d'eau. Cent kilogrammes de guano ordinaire peuvent aisément absorber 12 à 15 kil. d'eau, sans subir aucun changement appréciable que celui du poids. Il est rare qu'un bon guano du Pérou renferme plus de 15 0/0 d'eau ; mais il n'est pas extraordinaire que ce même guano, qui aurait été gardé dans une cave très-humide, ou qui aurait été humecté exprès, en contienne le double ; et, comme la déclaration de la teneur en azote faite par le vendeur a trait à la marchandise sèche, il en résulte que, tout en fraudant, il échappe à la surveillance du contrôle. En effet, qu'importe, pour la sécurité du marchand, que le guano qu'il met en vente contienne plus ou moins d'eau, puisque cette eau n'est pas comptée dans l'analyse de vérification ! Voudrait-on en tenir compte, il serait encore difficile d'établir la mauvaise foi du vendeur, puisque l'humectation de la marchandise pourrait être accidentelle. Au surplus, il y a des guanos, et notamment ceux d'Afrique, qui renferment jusqu'à 30 0/0 d'eau. Ce que les cultivateurs ont de mieux à faire en achetant du guano, c'est de se renseigner sur la quantité d'eau contenue dans l'engrais et sur laquelle l'analyse se tait. Sans cela ils risqueraient de payer de l'eau au prix de 35 à 36 francs les 100 kilogrammes.

§ 82. **Modes d'application du guano.** — La plupart des cultivateurs ont l'habitude d'employer le

guano mélangé avec deux, trois ou quatre fois son poids de terre.

D'autres agriculteurs, en vue d'en prolonger l'action, ajoutent au guano des substances capables de condenser l'ammoniaque et d'en empêcher, par conséquent, la dispersion.

En Angleterre, on a été content d'avoir mêlé avec le guano un cinquième de son poids de charbon en poudre. En France, on est arrivé au même résultat en y mêlant la moitié de son poids de plâtre, ou de sel marin, ou de noir animal. Cette dernière substance doit agir principalement comme le charbon des Anglais, c'est-à-dire en absorbant de l'ammoniaque : quant au plâtre et au sel marin, il est évident qu'ils agissent en faisant passer à l'état de sulfate et de chlorure, sels nullement volatils, l'ammoniaque du guano, qui est gazeuse, et dont l'action est plus prompte et plus énergique que celle des deux autres sels. En outre, le sel marin, nous le savons (80ᵍ), rend quelque peu soluble le phosphate de chaux du guano.

Avant de répandre le guano sur la terre, il faut avoir soin d'en écraser les grumeaux. A cet effet, on commence par les trier, puis on les écrase avec un pilon, s'ils sont très-durs, ou avec une pelle de fer, ou avec une bêche ; puis, une fois divisés, on les mêle à la masse pulvérulente, sans les cribler. Cette dernière opération, outre qu'elle ferait perdre de la matière, hâterait la volatilisation de l'ammoniaque.

La terre destinée à être mêlée avec le guano doit être sèche et bien divisée, dépourvue de pierres et de forts débris végétaux. Le mélange, si le temps le

permet, doit se faire dans une cour, pour que les ouvriers ne soient pas trop incommodés par les vapeurs ammoniacales.

Lorsqu'on laisse de bon guano des îles Chinchas digérer dans l'eau pendant quelque temps, il abandonne à cette eau beaucoup plus de phosphates solubles qu'il n'en renferme réellement. J'ai trouvé qu'un kilogramme de guano dosant 14 0/0 d'azote et 24 0/0 de phosphate, et auquel on enlevait par un simple lavage 1 gramme 523 d'acide phosphorique, en abandonnait 6 grammes 60 à l'eau avec laquelle il avait été en contact pendant 24 heures, et 25 grammes 060 si le contact avait été prolongé un mois. Par conséquent le bon guano du Pérou, qui, avant d'être répandu sur le sol, aura été mouillé pendant quelque temps avec de l'eau, doit nécessairement être plus actif et plus fertilisant que celui qui n'a pas été mis dans ces conditions. Ce fait paraîtra étrange à ceux qui ne savent pas que le bon guano du Pérou renferme des oxalates solubles ; or ces sels, en réagissant par un long contact sur le phosphate de chaux et de magnésie propres au guano, donnent lieu à un double échange qui a pour résultat définitif la formation de phosphates solubles.

Le guano peut être donné à toute sorte de terre et partout ; mais comme une grande partie de son action dépend des principes solubles qu'il renferme, il faut, lorsqu'on l'applique tardivement, au printemps ou en été, sur des terres sèches et légères, il faut, dis-je, l'enterrer assez profondément pour qu'il puisse trouver de l'humidité et se dissoudre : cette précau-

tion est inutile, si le temps promet de la pluie. Il est démontré aujourd'hui que, s'il pleut dans les jours qui suivent l'épandage du guano, l'action de l'engrais non-seulement est très-prompte, mais qu'elle est très-énergique : elle est, au contraire, peu sensible dans les années sèches, et surtout dans les sols arides.

On a préconisé de répandre le guano sur la terre en même temps que l'on sème ; je crois cette méthode dangereuse, car un engrais de cette nature peut, se trouvant en contact avec les graines, en détruire la faculté germinative. Le plus prudent, c'est de répandre d'abord le guano, donner un coup de herse et semer après.

On l'applique aussi en couverture, quand les plantes sont déjà développées.

Le guano est l'engrais par excellence des graminées : voilà pourquoi on l'a employé avec tant de succès sur les prairies et sur les céréales. Mais le succès dépend en partie du moment choisi pour l'épandage.

Aussi ne doit-on répandre le guano sur les prairies qu'au printemps, lorsque les grandes pluies ont cessé, ou aussitôt après la première coupe. Pour les céréales d'hiver, surtout sur les sols humides, ou dans les contrées pluvieuses, on ne doit donner que la moitié du guano, en automne, et réserver l'autre moitié au printemps sur les plantes en végétation, immédiatement après les hersages ou les râtelages.

L'accroissement rapide des blés encore verts sous l'influence du guano dit assez qu'il faut modérer l'emploi de cet engrais, pour éviter la verse, qui serait

inévitable s'il survenait des pluies abondantes en mai et en juin.

Le guano peut aussi être employé pour les carottes, les navets, les pépinières de colza et de rutabaga et les pommes de terre ; dans ce dernier cas, on le répand dans les sillons où l'on dépose les tubercules.

M. Heuzé fait remarquer que lorsqu'on transplante des espèces délicates, telles que choux, betteraves, laitues, etc., etc., le noir animal vaut mieux que le guano, qui brûle souvent ces plantes repiquées.

La quantité de guano à répandre par hectare varie suivant les cultures auxquelles il doit servir, — 200 à 300 kilogrammes pour prairies et céréales ; 400 et même 500 pour le colza, le chanvre, le tabac et les betteraves.

Exagérer la dose pour les céréales, c'est s'exposer à un double danger : la verse d'abord, ensuite une récolte qui n'est pas en raison de la dépense ; car, si 300 kilogrammes de guano produisent une récolte de 22 hectolitres de blé, 800 kilogrammes n'en produiront pas 58, mais tout au plus 30 à 35. Le même raisonnement pouvant être fait pour les prairies, on voit pourquoi on ne doit pas exagérer les fumures faites avec cet engrais.

§ 83. **Différents modes d'agir des guanos.** — L'action de tous les guanos n'a pas la même durée ; celui du Pérou agit pour ainsi dire instantanément, et il est bientôt épuisé ; celui du Chili fait sentir son action pendant deux ans. On s'explique cette différence en comparant la composition des deux engrais. Le guano du Pérou renfermant plus de sels ammoniacaux et

moins de phosphate de chaux que celui du Chili, une grande partie de son azote se trouve en état d'être absorbée immédiatement par les spongioles des racines ; en outre, plus les sels alcalins sont abondants dans un guano, plus le phosphate de chaux qui les accompagne devient soluble. On voit donc pourquoi l'action est énergique et s'épuise en peu de temps, quand il s'agit de guano du Pérou. Celui du Chili ne renferme guère de sels alcalins, et il est au contraire fort riche en phosphates : ceux-ci n'ont donc pas de dissolvant comme le guano du Pérou. Voilà pourquoi l'action du guano du Chili n'est pas très-grande, mais plus durable.

La conséquence qui découle naturellement de ce qui précède, c'est que le guano du Chili vaut encore mieux pour les céréales que celui du Pérou. Moins riche en ammoniaque, il ne surexcite pas le développement des organes foliacés ; plus riche en phosphates, il offre à la plante, pendant toute sa végétation, les principes nécessaires à la formation complète de la graine.

§ 84. **Quelles que soient sa qualité et sa provenance, le guano sera toujours un engrais incomplet.** — Mais, quel que soit le guano que l'on préfère, il ne pourra jamais jouer que le rôle d'un engrais incomplet ; il ne pourra offrir aux plantes que ce qu'il renferme, c'est-à-dire une partie seulement de ce dont les végétaux ont besoin pour se développer. Il en résultera donc nécessairement que l'agriculteur qui s'aviserait d'obtenir toujours des récoltes rien qu'avec du guano, finirait par appauvrir le sol, puisque les récoltes empruntent au fonds de fécondité de la terre ce que les engrais ne leur apportent pas.

Un exemple ne sera pas inutile. Supposons une fumure de 30,000 kilogrammes pour un hectare : comme son action se fait sentir pendant trois ans, on peut répartir, par la pensée, cette quantité en trois portions de 10,000 kilogrammes de fumier par an.

D'après la composition du fumier (§ 40), ces 10,000 kilogrammes apportent à la terre :

Matières organiques renfermant 40 kil. d'azote	1,400
Acide phosphorique, Chaux, Magnésie	101
Potasse, Soude, Acide sulfurique, Chlore	68
Sable, Argile, Silice	44

Pour introduire dans le sol, à la place du fumier, la même quantité d'azote sous la forme de guano du Pérou, dosant 15 d'azote 0/0, il faut 266 kil. de cet engrais, dans lesquels on trouve, suivant les analyses qui méritent le plus de confiance :

Matières organiques azotées	0,140
Acide phosphorique, Chaux, Magnésie	64
Potasse, Soude, Ammoniaque, Acide sulfurique, Chlore	70

Dans le fumier, il y a donc dix fois plus de ma-

tières organiques que dans le guano, et par conséquent, une source d'humus dix fois plus considérable; de plus, la quantité des phosphates y est presque deux fois plus forte; mais ce qui prouve l'insuffisance du guano, c'est qu'il ne contient pas de silicates. Or, sans silicates, point de céréales; car la paille en est riche, et c'est même à leur présence qu'elle doit sa rigidité. Si l'on a une abondante récolte de céréales après une fumure au guano, il faut nécessairement que le sol ait fourni ce que le guano n'a pas pu donner.

Voilà comment et pourquoi un fréquent emploi du guano, considéré non pas comme un auxiliaire du fumier, mais comme du fumier lui-même, doit avoir pour résultat inévitable de baisser le niveau de la fertilité foncière du sol.

§ 85. **La fiente de volaille (colombine, poulenée) doit avoir quelque analogie avec le guano.** — Comme il paraît incontestable que le guano provient d'excréments d'oiseaux, la fiente de volaille doit être un engrais tant soit peu analogue au guano. Cependant, les déjections de poules et de canards (je ne parle pas de celles de pigeons, puisque les pigeonniers, aussi bien que les volières, ont presque disparu de nos campagnes), n'ayant pas subi l'action des siècles, n'ont pas subi non plus ces altérations qui ont fait du guano un engrais si énergique et en même temps si approprié aux besoins des plantes. Aussi 100 kilogrammes de fiente de poules (poulenée), sont-ils loin de valoir une égale quantité de guano, d'abord parce qu'ils renferment beaucoup d'eau, ensuite parce qu'on n'y trouve pas beaucoup de sels alcalins et spécialement

d'oxalates, dont la présence contribue dans le guano à en rendre solubles les phosphates (§ 82).

Néanmoins, en quantité convenable avec la semence des céréales, elle produit, sur les terrains froids, humides et tenaces, de magnifiques résultats. Dans quelques pays, on l'utilise pour l'orge, à la dose de 10 à 20 hectolitres par hectare. En Flandre, on s'en sert à la dose de 2,000 à 2,500 kil. par hectare, pour produire les plus belles récoltes de lin.

La fiente des oiseaux est rarement mélangée avec d'autres engrais, et on la répand, par un temps calme et sec, après l'avoir pulvérisée au fléau, débarrassée de tous les débris qui gêneraient son épandage, et mêlée à de la terre, ou à du terreau pour en faciliter la répartition. Souvent on la sème en couverture, après le hersage de la semence; quelquefois on la recouvre par un trait de herse. On croit que la poulenée donne de bons résultats seulement lorsqu'il vient à pleuvoir peu de temps après qu'on l'a répandue; sous l'influence d'une longue sécheresse, elle agit peu et brûle même les récoltes.

En général, les poulaillers ne sont pas mieux soignés que les étables; d'où il résulte une perte considérable d'engrais. Qu'arrive-t-il, en effet, lorsqu'on laisse pendant un an, comme on le fait habituellement, séjourner les excréments dans les poulaillers? Il s'y manifeste une fermentation qui affaiblit l'énergie de l'engrais, sans parler des insectes très-nombreux qui s'y développent et qui tourmentent la volaille.

Il faudrait que le poulailler fût fréquemment nettoyé à fond, et que l'engrais qu'on en tire fût déposé

dans un lieu sec. Nul engrais ne s'accommoderait aussi bien du plâtre que celui-ci, à cause de sa grande humidité; mais la proportion de plâtre devrait être beaucoup moindre que celle qu'on ajoute au guano.

Il serait inutile de vider fréquemment les poulaillers, si toutes les semaines on étendait une couche de terre sur le plancher. La fiente s'incorporant avec la terre, devient moins altérable, et peut, sans inconvénient, stationner plusieurs mois dans le poulailler, surtout pendant l'hiver.

Dans quelques pays, on enlève la poulenée toutes les semaines pour la transporter dans une fosse, sous un hangar, où on la mêle couche par couche avec de la terre, de manière qu'il y ait dix parties de terre pour une de fiente.

CHAPITRE XI.

POUDRETTE. PRINCIPES DE LA FABRICATION DES ENGRAIS ARTIFICIELS.

Sommaire. — 86. Procédé de préparation de la *poudrette*. — 87. Inconvénients de ce procédé. — 88. Caractères, composition et emploi de la poudrette. — 89. Principes fondamentaux de la fabrication des engrais. — 90. Principales matières employées pour absorber des déjections. — *a*. Tourteaux. — *b*. Touraillons. — *c*. Bourres courtes. — *d*. Poussières de batteries. — *e*. Déchets de drap. — *f*. Chiffons de laine. — *g*. Tontisses. — *h*. Râpure de corne. — *i*. Phosphates. — *k*. Cendres et charrées. — *l*. Argile. — *m*. Cendres pyriteuses. — *n*. Matériaux salpêtrés. — *o*. Suie. — *p*. Plâtre. — *q*. Boghead. — 91. Manipulation des engrais artificiels. — 92. Causes de l'efficacité d'un engrais. — 93. Comment on parvient à développer l'efficacité d'un engrais artificiel. — 94. Nature de l'engrais préparé suivant les procédés indiqués dans ce chapitre.

L'art de l'homme joue un rôle très-restreint dans la préparation des engrais de provenance animale,

que nous venons d'examiner. Il n'en est pas de même pour les engrais dits artificiels, que nous allons étudier, et dont un des plus anciennement connus est la *poudrette*. Nous considérons ce produit comme une transition des engrais naturels aux engrais artificiels, et puisque dans sa préparation il y a un déplorable oubli des principes élémentaires de la fabrication des engrais, nous croyons utile de faire connaître ces principes, après avoir dit quelques mots de la poudrette elle-même.

§ 86. **Procédé de préparation de la poudrette.** — On prépare la poudrette en transportant dans de vastes bassins creusés en terre les matières fécales extraites des fosses : les bassins, peu profonds mais très-larges, sont disposés en étages, de manière qu'ils puissent déverser leurs produits les uns dans les autres.

Les vidanges sont d'abord placées dans le bassin supérieur : aussitôt que la partie solide s'est déposée, on fait couler la portion liquide dans le bassin qui est immédiatement au-dessous ; on procède de même pour le second bassin, dont les liquides s'épancheront plus tard dans le troisième, et ainsi de suite.

Les dernières eaux (eaux vannes) vont se perdre dans des égouts, ou dans un cours d'eau, ou dans des puits absorbants.

De cette manière il ne reste plus dans les bassins que des matières pâteuses que l'on enlève avec des dragues, pour les placer sur un terrain battu disposé en dos d'âne.

On retourne la masse de temps à autre pour favo-

riser la dessiccation, que l'on prolonge jusqu'à ce que la matière fécale ait atteint l'état pulvérulent.

La poudrette est alors emmagasinée sous des hangars, ou mise en tas pyramidaux dont les côtés sont fortement battus, pour prévenir l'accès des eaux pluviales.

§ 87. **Inconvénients de ce procédé.** — La fabrication de la poudrette implique de grands inconvénients. Pendant la longue durée du desséchement, toute la masse est en fermentation et répand au loin des émanations infectes, qui entraînent la majeure partie des principes organiques des vidanges.

La transformation des déjections en poudrette ne peut être justifiée que par l'impossibilité d'emmagasiner des masses trop considérables de matières fécales, mais partout ailleurs un pareil procédé doit être considéré comme l'idéal du gaspillage. Il suffit de remarquer que les eaux perdues dans cette préparation renferment une quantité d'azote telle, qu'elles représentent, pour l'agriculture, une valeur au moins trois fois plus grande que celle de la poudrette elle-même.

Au surplus ce procédé exige plusieurs années pour s'accomplir; aussi a-t-on eu l'idée de l'abréger, en ajoutant de la terre ou de la tourbe carbonisée à la partie solide des vidanges aussitôt après la décantation de leur partie liquide : mais par cette modification, la qualité fertilisante du produit est nécessairement amoindrie, attendu que ni la terre ni la tourbe carbonisée ne sont par elles-mêmes des substances bien fertilisantes. Enfin ce qui condamne ce procédé, c'est que 700 mètres cubes de vidanges liquides de-

viennent 100 dès qu'ils sont réduits à l'état de poudrette.

§ 88. **Caractères, composition et emploi de la poudrette.** — La poudrette est brune, pulvérulente, et n'a guère d'odeur. Un hectolitre pèse de 67 à 70 kil. Sa composition n'est pas constante, mais ordinairement elle renferme 1,60 0/0 d'azote, 20 0/0 d'eau et presque pas de phosphates.

Cet engrais est principalement employé dans la culture des plantes annuelles, telles que chanvre, lin, tabac, pavot. On en fait usage également dans la culture des céréales et des plantes oléagineuses bisannuelles : on l'emploie aussi pour les prairies. Ordinairement la quantité par hectare varie entre 20 et 30 hectolitres.

La poudrette, à cause de sa solubilité, donne une grande activité à la végétation, mais par cela même son action n'est pas de longue durée : on a même cru remarquer que dans les saisons humides son action ne se prolongeait même pas jusqu'à la fructification des céréales. Au reste, considérée comme un engrais supplémentaire, la poudrette peut être utile aux céréales, mais point si on la leur donne comme engrais exclusif. Ne contenant pas de phosphates, cet engrais, employé seul, ne pourra jamais favoriser les cultures granifères pour lesquelles l'acide phosphorique est indispensable ; elle sera au contraire très-favorable aux cultures herbacées.

Sous le nom de poudrette on a désigné et on désigne encore des engrais artificiels qui n'ont de commun avec la véritable poudrette, ni l'origine ni le

mode de fabrication. C'est à peine si la dénomination est justifiée par l'aspect. Ces prétendues poudrettes appartiennent aux engrais artificiels proprement dits. Leur examen ne peut pas trouver place ici dans ce moment. .

§ 89. **Principes fondamentaux de la fabrication des engrais.** — Le procédé de préparation de la poudrette, dont nous venons de parler, suffirait à lui seul pour montrer l'opportunité de dire quelques mots sur les principes fondamentaux de l'art de fabriquer les engrais ; mais depuis quelque temps l'idée de fabriquer soi-même des engrais autres que le fumier, pénètre de plus en plus dans l'esprit des cultivateurs : leur apprendre à ne pas s'égarer dans cette voie, nouvelle pour eux, c'est, je crois, leur rendre service. Au surplus ils apprendront ainsi à utiliser des substances qui, depuis un temps immémorial, sont négligées ou perdues dans les campagnes.

Trois choses devraient être présentes à l'esprit de celui qui veut fabriquer de l'engrais : 1° Que le fumier étant un *engrais complet*, c'est-à-dire, que pouvant à lui seul suffire à toute sorte de culture, nul autre engrais ne pourra le remplacer, s'il n'est pas complet lui-même ;

2° Que, dans le fumier, le rapport des matières organiques aux matières minérales est environ de 20 à 3 ;

3° Que tous les principes constituants du fumier ne sont pas également assimilables par les plantes : quelques-uns sont absorbés immédiatement ; d'autres ne le sont que peu à peu.

Ce triple souvenir sera un fil conducteur pour qui-

conque voudra fabriquer de bons engrais artificiels : car, dans le choix des matières qu'il voudra associer, il tiendra grand compte de leur composition, de leur proportion et de leur état physique et chimique.

Pour ne pas m'engager dans une voie trop large, dont les jalons pourraient, par cela même, être perdus de vue, je considérerais seulement l'utilisation des vidanges et des animaux morts. Ce sont, en effet, les deux sources auxquelles les agriculteurs peuvent le plus souvent puiser pour fabriquer eux-mêmes des engrais.

J'ai déjà fait connaître les meilleurs moyens pour rendre les vidanges maniables sans danger ni incommodité ; je dois maintenant indiquer de quelle manière on peut les amener à l'état d'engrais commercial, pouvant être transporté et conservé.

L'inconvénient des vidanges, lorsqu'on ne s'en sert pas à l'état liquide, c'est leur mollesse. En faire une poudrette par dessiccation, c'est les perdre en grande partie, sans compter que l'opération est longue et pénible : le seul moyen d'y parer, c'est de les réunir à des matières absorbantes qui leur donnent de la dureté et les disposent à prendre l'état pulvérulent.

§ 90. **Principales matières employées pour absorber les déjections.** — Mais de quelle nature seront ces matières absorbantes ? Il faudra qu'elles soient fertilisantes, et qu'elles aient néanmoins peu de valeur par elles-mêmes.

On conçoit que la richesse moyenne en azote des vidanges normales n'étant que d'un centième et un tiers, pour peu qu'on leur ajoute des matières non

azotées, elles perdront presque toute leur valeur agricole : il faut donc savoir choisir, et les associer de telle sorte que la pauvreté des unes soit compensée par la richesse des autres.

Ainsi, les excipients végétaux seront les tourteaux pulvérulents, les radicelles de brasserie. Les excipients de nature animale, il faudra les chercher dans les bourres courtes des tanneries, les poussières de batteries, les déchets de fabrique de draps, les chiffons de laine hachés, les tontisses de drap, les râpures de cornes, etc., etc. ; enfin, parmi les matières de nature minérale, le phosphate de chaux naturel, les cendres, les charrées des blanchisseurs et des savonniers, l'argile cuite, les cendres pyriteuses, les matériaux salpêtrés, le plâtre, la suie.

En associant convenablement ces substances diverses, on voit combien il est aisé de réunir tous les éléments du fumier, car on y trouve de l'azote, des phosphates, des alcalis, des terres, des sels et même de l'humus.

a. *Tourteaux.* — L'introduction des tourteaux de graines dans les vidanges est pratiquée depuis longtemps dans le nord de la France. Ces substances apportent aux déjections, de l'humus, des phosphates et des matières minérales dont elles manquent, tout en les enrichissant de principes azotés. La variation de la valeur marchande des divers tourteaux fait nécessairement varier le prix de leur azote ; quoi qu'il en soit, je vais réunir dans un seul tableau le prix et la composition des tourteaux les plus faciles à se procurer.

COMPOSITION

ET PRIX DE 100 KILOGRAMMES DES TOURTEAUX LES PLUS CONNUS.

	ARACHIDE. — 9f à 12f	CAMELINE. — 12f à 14f	CHANVRE. — 10f à 12f	COLZA. — 12f à 14f	FAINE. — 6f à 7f	LIN. — 15f à 20f	ŒILLETTE. — 12f à 14f	SÉSAME. — 12f à 15f
Matières organiques.....	65,00	59,55	63,20	61,65	71,30	64,00	55,30	60,93
Sels solubles.....	5,50	1,80	5,50	5,55	7,00	10,00	5,00	6,00
Sels insolubles.....	»	6,40	5,00	0,95	»	»	7,50	3,50
Phosphate de chaux.....	1,20	4,20	7,10	6,50	2,10	4,90	6,30	3,20
Azote.....	6,07	5,55	6,20	5,55	4,50	6,00	7,00	5,57
Huile, sable et eau.....	22,23	22,50	13,00	19,80	15,10	15,10	18,90	20,80
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

b. *Touraillons.* — Les *radicelles de brasserie, ou touraillons,* dosent 4,51 0/0 d'azote, et coûtent 90 c. l'hectolitre du poids de 16 kilogrammes, si tant est qu'elles soient bien sèches. Le kilogramme d'azote de cette substance revient donc à 1 fr. 20 c., tandis que celui du fumier de ferme revient à 2 fr. 50 c., en ne tenant pas compte, dans les deux cas, de tout ce qui n'est pas azote. Les touraillons peuvent rendre de grands services pour la fabrication des engrais, car ayant été desséchés à 60 ou 70 degrés, ils absorbent une grande quantité de liquide.

c. *Bourres courtes.* — C'est sous ce même rapport que les *bourres courtes* des tanneries sont si utiles. En effet, une fois desséchées à l'air, elles peuvent absorber jusqu'à 60 0/0 d'eau, sans compter qu'elles servent de liant aux engrais, en y jouant le même rôle que dans les mortiers.

Comme les bourres courtes renferment de la chaux, il sera convenable de les laisser exposées à l'air et puis de les battre avant de s'en servir. De cette manière, la chaux vive dont elles sont imprégnées se carbonate et s'en sépare en vertu du battage.

Je ne sais pas au juste ce qu'elles coûtent aujourd'hui ; mais dans le temps on en trouvait à 3 fr. 50 c. le mètre cube de 217 kilogrammes, dosant 11 0/0 d'azote. Ce dernier principe coûtait donc, il y a quelques années, 33 c. le kilogramme. Vaudrait-il le triple aujourd'hui qu'il serait encore à bon marché.

d. *Poussières de batteries.* — Les *poussières de batteries*, qui dosent plus de 4 0/0 d'azote, sont encore un très-bon excipient, à cause de leur état

pulvérulent, qui leur permet d'absorber beaucoup d'humidité.

e. *Déchets de draps.* — Les *déchets des fabriques de draps*, qui dosent 4,5 d'azote, et qui, achetés à Elbeuf, ne coûtaient, il y a quelque temps, que 2 fr. 30 c. les 100 kilogrammes, sont aussi très-absorbants, et, une fois bien divisés, ils contribuent, en vertu de leur azote, dont le prix en fabrique est de 51 c. le kilogramme, à augmenter la richesse des mélanges.

f. *Chiffons de laine.* — Les *chiffons de laine*, dosant de 16 à 17 0/0 d'azote, absorbent beaucoup d'humidité, à condition qu'ils soient bien divisés. Leur prix est de 10 à 12 fr. les 100 kilogrammes, et, par conséquent, leur azote revient à 70 c. le kilogramme.

Je ne puis m'empêcher de faire remarquer que les caprices de la mode paraissent même se mêler des engrais. L'engoûment pour les chiffons de laine a été tel qu'en moins de deux ans, leur prix s'est élevé de 6 fr. à 28 fr., et aujourd'hui il est de moins de moitié. Pourquoi ce revirement? Parce qu'on s'en est servi probablement sans réflexion; parce qu'on n'a pas songé à la lenteur de l'action de cet engrais; parce qu'on a exigé de lui les effets du guano ou du fumier, sans s'inquiéter si une pareille exigence était raisonnable ou non.

Que les fabricants d'engrais profitent donc de ce revirement, et qu'ils n'oublient pas que les chiffons de laine représentent annuellement 7,730,000 kilogrammes d'azote, et que, du jour où une bonne ma-

chine pour les diviser sera trouvée, ils seront immensément utiles pour la production des engrais artificiels.

g. *Tontisses.* — L'azote des *tontisses* est plus cher que celui des chiffons, mais, en revanche, la matière n'a pas besoin d'être divisée, ce qui fait une forte économie. 100 kilog. de tontisses valent de 16 à 20 fr., et comme leur teneur en azote n'est pas plus considérable que celle des chiffons, le prix moyen de ce principe fertilisant s'élève au moins à 1 fr. le kilogramme. Sans aucun doute, les tontisses, à cause de leur division, seraient d'une grande ressource pour les fabricants d'engrais, si le prix en était plus modéré ; mais malheureusement il tend à s'élever plutôt qu'à baisser, car elles ont d'autres débouchés que celui de l'agriculture.

h. *Râpure de corne.* — Les nouvelles applications auxquelles donne lieu le caoutchouc ont fait diminuer l'importance manufacturière de la *corne* en nature, et ont fait exhausser le prix de ses *déchets* et de sa *râpure.*

C'est là une bonne fortune pour les fabricants d'engrais, car la corne renferme plus de 14 0/0 d'azote, et son prix tendant à baisser, l'agriculture n'aura qu'à y gagner. Les ergots de mouton valent à peine aujourd'hui 8 à 10 fr. les 100 kilog., ce qui donne une valeur de 71 c. à un kilog. d'azote. Mais cette matière ne sera bien utile que lorsqu'on aura trouvé une bonne machine pour la diviser. La corne introduite dans le sol en gros morceaux n'est pas plus fertilisante que des cailloux. Il est à souhaiter que les constructeurs de machines fixent leur attention sur ce sujet.

i. *Phosphates.* — Parmi les matières minérales que le fabricant d'engrais peut utiliser, il faut citer les *phosphates*. Celui qui provient des fabriques de gélatine absorbe jusqu'à 60 0/0 d'eau ; le phosphate de chaux naturel en absorbe 40.

k. *Cendres et charrées.* — Les *cendres* et les *charrées* rendent les mêmes services : 100 kilog. de cendres absorbent jusqu'à 150 kilog. d'eau. Quand on pense que les cendres et les charrées représentent le principe minéral des plantes, on voit de suite combien est rationnelle leur intervention dans la fabrication des engrais.

Cependant, la principale valeur des cendres et des charrées (qui ne sont que des cendres privées de leurs principes salins solubles) consiste dans la proportion des phosphates qu'elles renferment ; dès lors, toutes les cendres n'ont pas le même mérite. La présence des sels alcalins contribue à augmenter la valeur relative des cendres par rapport à celles des charrées ; mais il ne faut pas oublier que lorsqu'il s'agit d'épaissir des vidanges où se trouvent des sels ammoniacaux non volatils à la température ordinaire, tels que sulfate et hydrochlorate d'ammoniaque, l'emploi de cendres les rend en quelque sorte volatils, à cause de leur transformation en carbonate d'ammoniaque. Dans ce cas, les charrées vaudraient encore mieux.

D'après les analyses faites par MM. Bobierre et Moride, la richesse en phosphate des charrées ordinaires varie de 8 à 22 0/0 ; leur prix varie aussi de 1 fr. 50 c. à 3 fr. 50 c. l'hectolitre, pesant de 70 à 75 kilog.

Remarquons la différence entre la valeur des diverses cendres. Tandis que celles qui proviennent de la combustion du bois renferment en moyenne 11 0/0 de phosphates, celles du goëmon n'en contiennent que 2,5 ; et celles de tourbe et de houille rien ou des traces. Ces dernières ont en outre un défaut qui peut les rendre nuisibles : c'est leur richesse en chaux vive; cette substance, nous le savons, introduite dans des mélanges ammoniacaux, détermine la volatilisation de l'ammoniaque.

Ainsi donc, les agriculteurs qui se font fabricants d'engrais devraient considérer les cendres de bois comme les meilleures, à cause de leurs phosphates et de leurs sels alcalins ; les charrées viendraient après, à cause de leur richesse en phosphate ; suivraient les cendres de goëmon, qui sont quelque peu phosphatées et alcalines ; en dernier lieu, les cendres de tourbe et de houille, qui, à mon avis, n'ont d'autre mérite que d'apporter la silice gélatineuse.

1. *Argile.* — L'*argile*, dont nous entendons parler ici, est la même dont on se sert pour relier les briques, dans la construction des foyers, et pour luter les poêles ainsi que les cornues des usines à gaz de schiste, et les marmites des fabriques de noir animal. On la désigne généralement sous le nom de *terre jaune :* elle se compose de silice, d'alumine, de sable quartzeux très-divisé et d'oxyde de fer. Lorsque cette argile a subi l'action d'une forte chaleur, elle est douée de la précieuse qualité de condenser facilement dans ses pores, d'emmagasiner, pour ainsi dire, les gaz ammoniacaux, et d'en empêcher la dispersion. Il faut ajouter

qu'employée à l'état sec, elle absorbe jusqu'à 70 0/0 d'humidité. Au surplus, introduite dans les sols calcaires ou dans les terres bien chaulées, elle abandonne aux racines des plantes de la silice gélatineuse qui est fort utile à la culture des graminées.

Dans les établissements industriels que nous avons signalés, la terre jaune qui a déjà servi n'a aucune valeur; mais, néanmoins, elle est fort utile pour épaissir, et en même temps pour désinfecter les vases de certains égouts qui empoisonnent l'air par leurs émanations fétides ; et si elle ne peut pas entrer en forte dose dans les engrais industriels, à cause de son manque d'azote et du trop grand poids qu'elle communiquerait à la masse, elle n'en est pas moins utile pour les composts et même pour les tas à fumier.

m. *Cendres pyriteuses.* — Les *cendres pyriteuses* peuvent rendre des services comme excipients des vidanges : elles absorbent beaucoup d'humidité ; leur acidité, ainsi que leur sulfate de fer, contribuent à les rendre utiles pour fixer l'ammoniaque. Nous croyons que leur emploi ne serait vraiment profitable qu'à condition qu'elles n'eussent pas été lessivées.

n. *Matériaux salpêtrés.* — Les *matériaux salpêtrés* peuvent, à leur tour, servir aux fabricants d'engrais, moins comme excipients que comme matières azotées. Depuis longtemps on sait que le salpêtre est une substance fertilisante; mais cette faculté a été tellement mise en évidence par M. Boussingault, que toute matière qui renferme du salpêtre mérite vraiment une attention particulière. En parlant des phosphates, nous aurons l'occasion de revenir sur les qua-

lités de cette substance. Pour le moment, nous nous bornons à signaler les matériaux salpêtrés aux cultivateurs fabricants d'engrais comme des substances peu coûteuses, et pouvant enrichir d'azote les produits de la fabrique.

o. *Suie.* — La *suie* serait une matière précieuse, si son prix était moins élevé. Ordinairement elle est vendue 2 à 3 fr. l'hectolitre, ce qui porte son azote à un prix de beaucoup supérieur à celui de l'azote du fumier. Il est vrai qu'elle est très-absorbante, mais néanmoins elle est trop chère. Toutefois, dans les grandes villes industrielles, il se produit beaucoup de suie de houille, à laquelle personne ne fait attention, et dont le prix doit être, par conséquent, fort peu élevé. Il est bon de remarquer que cette suie renferme 1,35 0/0 d'azote, tandis que celle de bois en contient seulement 1,15.

Si j'étais fabricant d'engrais, je me préoccuperais de ce produit, qui est fort peu estimé sans qu'on sache pourquoi.

p. *Plâtre.* — De tous les absorbants minéraux, un des plus énergiques est, sans contredit, le *plâtre ;* il absorbe à peu près son poids d'humidité ; et comme il ne coûte tout au plus que 1 fr. 50 c. les 100 kilogrammes, on voit qu'il peut être un bon moyen industriel pour confectionner les engrais. Par lui-même, il n'ajoute pas beaucoup à la valeur agricole des produits dont il fait partie ; mais, comme il exerce dans les mélanges une double action, nous allons voir qu'il est doublement utile.

Dans les vidanges, ainsi que dans presque tous les

engrais, l'azote se trouve, à l'état soluble, sous la forme de sel ammoniacal, et, à l'état insoluble, sous la forme de matière animale non encore fermentée. La majeure partie des sels ammoniacaux est du carbonate d'ammoniaque, corps très-volatil que le plâtre fixe en le transformant en sulfate. Or, l'azote insoluble, dès qu'il fermentera, deviendra, lui aussi, du carbonate d'ammoniaque qui perdra à son tour sa volatilité en rencontrant du plâtre.

Ainsi, cette substance, outre qu'elle sert d'excipient aux engrais, leur conserve le principe le plus actif, l'azote de l'ammoniaque.

q. *Bog-head.* — Sous le nom de *bog-head* on trouve dans le commerce, à très-bas prix, une substance noire d'aspect velouté, remarquable par sa légèreté et son grand pouvoir absorbant. Cette matière est le résidu de la distillation en vase clos d'un schiste tiré d'Irlande, et il est formé d'argile et de charbon très-divisé. Je ne connais pas de substance qui ait un pouvoir absorbant aussi énergique que le bog-head, et pouvant rendre plus de services aux fabricants d'engrais. Malheureusement, on en fait un usage illicite, et au lieu de servir d'excipient pour la préparation de ces engrais qu'on vend au poids, on l'ajoute trop souvent aux engrais que l'on vend à la mesure, et on accomplit ainsi une fraude d'autant plus fâcheuse qu'elle n'est pas facile à découvrir.

§ 91. **Manipulation des engrais artificiels.** — Le meilleur choix des matières premières, et leur réunion en proportions exactement déterminées, ne suffisent pas pour avoir des engrais de bonne qualité.

La manipulation est aussi importante que tout le reste.

Un des principaux caractères d'une manipulation bien faite, c'est la division des matières premières. La substance solide la plus azotée et la plus phosphatée sera complétement inerte si elle n'est pas en poudre. Les ossements en sont la preuve la plus frappante. Des milliers de kilogrammes d'ossements entiers ne feront pas venir un épi de plus, tandis que quelques centaines de kilogrammes d'os pulvérisés fertiliseront fort bien un hectare de terre.

Puisque les matières dites fertilisantes n'agissent qu'en pénétrant dans les racines, sous forme liquide, il est indispensable qu'elles offrent à leurs dissolvants la plus grande surface possible, ce qui ne peut avoir lieu que lorsqu'elles sont très-divisées et dépourvues d'adhérence : aussi ne saurait-on assez répéter que si la connaissance de la composition d'un engrais est indispensable à l'agriculteur, la connaissance de son état physique n'est pas moins nécessaire. On peut dire d'une manière générale que tout engrais artificiel, quelles que soient sa richesse en azote et en phosphates et la modicité de son prix, doit être rejeté si son état de division mécanique n'est pas satisfaisant. Dans quelques instants, on verra que s'il importe de se préoccuper de l'état physique et mécanique des engrais artificiels, il n'est pas moins utile de s'occuper de leur état chimique.

Pour le cas particulier de la conversion des vidanges en engrais pulvérulents, il est essentiel que le mélange des excipients soit fait dans les meilleures proportions,

pour que la masse se trouve azotée le plus possible et pour que sa composition se rapproche le plus de celle d'un engrais complet. « A cet effet, dit M. Rohart dans « son *Traité de la fabrication des engrais*, chacune « des matières premières est étendue sur le sol par « lits superposés, et de manière à obtenir des couches « également réparties les unes sur les autres. On forme « ainsi des tas cubiques que les ouvriers mélangent « ensuite à la pelle, en les coupant perpendiculaire- « ment et par tranches sur l'une des faces, de manière « à détacher avec la pelle une quantité proportionnelle « de chacune des matières absorbantes pour reformer « à côté un nouveau tas, qui sera lui-même attaqué « comme le premier, afin d'obtenir des mélanges bien « complets. »

Ces mélanges seront ensuite incorporés avec les matières fécales déjà désinfectées, jusqu'à ce que la masse entière soit devenue une sorte de mortier pâteux sans aucune odeur qui révèle sa provenance.

Selon M. Rohart, qui a pratiqué en grand cette fabrication, 100 hectolitres de vidanges traitées de la sorte deviennent moyennement 146, résultat bien différent de celui obtenu par la fabrication de la poudrette, dont 10 hectolitres en représentent 70 de vidanges.

Si un engrais ainsi préparé était conduit immédiatement aux champs, je doute fort qu'il donnât de beaux résultats, malgré sa richesse en azote ; car un mélange bien fait de différentes matières composées d'éléments fertilisants, ne devient fertilisant lui-même qu'après avoir subi une sorte de fermentation qui, en

modifiant l'état de la masse, en dispose les particules à devenir assimilables.

Mais, pour qu'il y ait fermentation, il faut un ferment ; et bien qu'à la rigueur toute substance animale puisse en jouer le rôle, on conçoit que celle qui se putréfie promptement sera un ferment plus actif que celle qui s'altère avec lenteur. Or, dans les vidanges solidifiées, par les moyens que nous venons d'indiquer, on trouve peu de matières animales pouvant servir de ferment énergique ; par conséquent, si l'on voulait les rendre vraiment utiles, il faudrait les enrichir de dépouilles d'animaux morts et les soumettre à une fermentation qui en ferait un engrais complet analytiquement autant que pratiquement (1).

Les vidanges solidifiées devraient donc à leur tour devenir des excipients de nouvelles matières animales putrescibles et très-azotées ; alors, la mise en valeur de ce qui n'en a pas et l'utilisation de tout ce qui est déchet constituerait un art véritablement utile à l'agriculture.

Les dépouilles animales dont il est aisé de profiter étant celles des chevaux, nous supposerons que celui qui possède des engrais bruts de vidanges puisse disposer des dépouilles de ces animaux, moins le cuir, les os, les sabots, et nous lui dirons comment il doit procéder pour les associer les uns aux autres, et pour obtenir un engrais de composition constante.

(1) Ce que je viens de dire sur la fermentation n'est pas conforme aux notions que l'on a aujourd'hui sur la nature des ferments ; mais un langage plus précis aurait exigé des explications que les lecteurs auxquels ce livre est destiné auraient eu de la peine à saisir.

Une des principales préoccupations d'un fabricant d'engrais est de fixer le rapport entre les dépouilles animales et les engrais bruts que les circonstances lui permettront de fabriquer. En général, on calcule un cheval par mètre cube d'engrais ; et comme le poids ordinaire des dépouilles d'un cheval est de 175 kilogrammes, on voit qu'il s'agit de s'assurer les moyens de pouvoir introduire dans chaque hectolitre d'engrais brut de vidanges, 17 à 18 kilogrammes de produit d'équarissage. Voudra-t-on changer ces rapports ou animaliser davantage l'engrais brut? Cela n'en vaudra que mieux, pourvu que le rapport adopté reste constant et que le produit définitif ait toujours la même composition.

Nous laisserons parler M. Rohart, qui, fabricant lui-même d'engrais, prêtera à son enseignement l'appui de son expérience.

« L'enfouissement des dépouilles, dit-il, se pratique « par des moyens très-simples. Les tas d'engrais bruts « provenant d'une fabrication de trois mois au moins « sont attaqués perpendiculairement à l'aide de crocs « ou de pelles, afin d'obtenir un mélange intime des « couches partielles dont le tas principal est formé. « C'est avec ce mélange que l'on forme sur le sol un « carré ; puis les débris animaux y sont étendus par « lits successifs, sur lesquels on ajoute de nouvelles « couches d'engrais bruts, et de manière à préserver « complétement les détritus du contact de l'air, no- « tamment autour de chacune des faces du tas.

« Le premier lit de matières animales doit reposer « sur une couche d'engrais brut d'environ $0^{m},50$ de

« hauteur, et recevoir d'abord les dépouilles les moins « aqueuses. Au contraire, les détritus les plus chargés « d'humidité, comme les intestins, sont réservés pour « les parties les plus élevées du tas, afin que les liqui- « des en provenant se répartissent dans toute la « masse. Le sang de chaque animal est réparti au « centre du tas.

« Lorsqu'un lot partiel est ainsi disposé et que les « quatre faces viennent se réunir à leur sommet, de « manière à former une pyramide, toute la masse est « enrobée à l'aide d'un enduit peu épais, formé d'ar- « gile cuite délayée dans l'eau, et de courtes bourres « des tanneries ; puis le tout est lissé à l'aide d'une « pelle trempée dans l'eau, et agissant alors à la ma- « nière d'une truelle. On utilise ainsi très-économi- « quement le pouvoir absorbant de l'argile cuite à « l'égard des composés ammoniacaux gazeux qui, « sans cette précaution, pourraient être perdus au dé- « triment de la richesse, et par conséquent, du prix « de vente de l'engrais.

« Par cette disposition on évite, en outre, toute pé- « nétration des eaux pluviales dans l'intérieur du tas, « tout dessèchement considérable à l'époque des « grandes chaleurs, ou tout refroidissement sensible « pendant les froids rigoureux, et les engrais ainsi « disposés peuvent rester six mois dehors sans aucun « inconvénient. »

Reprenons maintenant la parole pour expliquer ce qui va se passer dans l'intérieur de ces pyramides. Une fermentation s'y établit ; mais, comme l'air n'y prend qu'une très-faible part, elle doit être et elle est

en effet très-lente. Cependant ses progrès sont retardés ou hâtés suivant le degré d'humidité des matières, la quantité des matières animales putrescibles et la température de la saison. En général, la désorganisation complète, et par conséquent l'apparente disparition des dépouilles animales, a lieu dans un laps de temps qui varie entre quatre et huit mois.

§ 92. **Cause de l'efficacité d'un engrais.** — Mais, de ce que les matières animales se sont métamorphosées ; de ce que leur masse paraît être devenue homogène, est-ce à dire qu'elles doivent être considérées comme un engrais dont l'analyse mesurera désormais le pouvoir fertilisant ? Non, sans doute; car il leur manque encore des propriétés qu'elles ne pourront acquérir que par une fermentation ultérieure qui s'accomplira dans des conditions toutes nouvelles.

Il s'agit de montrer que l'activité d'un engrais dépend autant de sa composition élémentaire et de son état mécanique, que de son état chimique.

Pour abréger et en même temps pour mieux faire saisir ma pensée, je commencerai par un exemple.

Tout le monde est d'accord sur les bons effets du noir pur résidu des raffineries que nous supposerons moyennement composé de 55 0/0 de phosphate de chaux, de 2 1/2 0/0 d'azote et de 35 0/0 de substances organiques. Eh bien ! mêlons intimement 55 parties de phosphate de chaux (préparé par double décomposition et par conséquent très-divisé) avec 16 parties de chair musculaire bien sèche et bien pulvérisée, 6 parties de noir de fumée et 15 parties 1/2 de fécule ; si nous analysons ce mélange, nous lui trouverons la

même composition que celle du noir pur des raffineries ; néanmoins, si, à côté de ce dernier, nous l'essayons comparativement comme engrais, nous resterons convaincus de son infériorité ; cependant, la composition des deux engrais est la même, et l'état physique de notre mélange ne laisse rien à désirer, puisque la masse entière est pour ainsi dire impalpable ; mais ce qui lui manque, c'est l'*état chimique*, l'état où se trouvent les particules d'un corps, après qu'elles ont subi cette action de nature complexe et difficilement définissable qu'on appelle fermentation. Je dirai plus : le noir pur des raffineries, dont l'efficacité est incontestable, ne vaudrait pas mieux que notre mélange, si on s'en servait à sa sortie des filtres ; mais dès qu'il a été entassé pendant un certain temps, dès qu'il a fermenté, sa faculté fertilisante s'est développée comme par enchantement.

§ 93. **Comment on parvient à développer l'efficacité d'un engrais artificiel.** — Cet exemple va rendre plus intelligible ce qui va suivre. J'ai déjà dit ailleurs que tout ce qui a cessé de vivre tend à se résoudre définitivement en acide carbonique, eau et ammoniaque ; mais pour y parvenir, la matière jadis vivante passe par une multitude d'états intermédiaires ; et comme tous les points d'une masse en voie de décomposition ne sont ni homogènes, ni également affectés par les causes décomposantes, leurs métamorphoses ne peuvent être ni simultanées, ni identiques. On conçoit donc que, lorsqu'une faible portion de la masse sera arrivée à l'état d'acide carbonique et d'ammoniaque, le reste en sera encore éloigné. De plus, cette

transformation ultime et définitive ne peut avoir lieu que par une sorte de combustion lente, ce qui revient à dire par l'intervention de l'air.

Lorsque nous avons abandonné à eux-mêmes, pendant quatre à six ou huit mois, des tas d'engrais bruts mêlés de dépouilles animales et recouverts d'un enduit argileux, nous avons eu pour résultat la désorganisation de ces dépouilles par suite de la putréfaction ; mais il est douteux qu'il se soit formé beaucoup d'ammoniaque et d'acide carbonique, pour la raison que la putréfaction s'est effectuée pour ainsi dire en vase clos et à l'abri du contact de l'air. Si, en effet, on abat ces pyramides, si l'on aère l'engrais et si l'on en fait de nouveaux tas, bientôt leur température intérieure s'élève jusqu'à 60 ou 70 degrés centigrades, beaucoup d'acide carbonique se forme et de l'ammoniaque prend naissance ; mais dès que l'air se trouve remplacé par l'acide carbonique, tout indice de fermentation disparaît pour reparaître aussitôt que l'on aura remué et aéré de nouveau la masse.

On voit donc qu'à la putréfaction succède une lente combustion : la première désorganise, la seconde fait passer la matière désorganisée à l'état minéral, c'est-à-dire à l'état d'acide carbonique et d'ammoniaque. Ces corps sont volatils, il est vrai, et peuvent, par cela même, se perdre dans l'air ; mais l'ammoniaque trouve le plâtre et le sulfate de fer, qui ont servi à désinfecter et à solidifier les vidanges ; elle trouve les chlorures alcalins propres aux engrais bruts ; dès lors l'ammoniaque se fixe, puisque, par le contact de ces corps, elle se salifie et devient sulfate et hydrochlorate

d'ammoniaque ; l'acide carbonique se disperse en partie, mais la plus forte portion est condensée par les pores de la masse, et c'est là qu'il exercera une action particulière sur les principes minéraux dont il affaiblira la cohésion en les rendant solubles.

Ainsi l'eau, qui n'a aucune prise sur le phosphate de chaux, en dissoudra néanmoins une quantité sensible après que ce sel aura été modifié par l'action prolongée de l'acide carbonique.

Ce qui est vrai pour les phosphates est également vrai pour les silicates et pour ceux des carbonates qui sont par leur nature insolubles ; de sorte que la fermentation qui succède à la putréfaction, non-seulement a pour effet principal d'engendrer de l'ammoniaque et de l'acide carbonique, qui sont les aliments par excellence des végétaux, mais encore dispose des substances, par elles-mêmes inertes, à devenir assimilables, tout en prévenant la dispersion de l'ammoniaque.

On reconnaît que la fermentation est suffisamment avancée lorsque la masse, après avoir été plusieurs fois et à d'assez longs intervalles, alternativement aérée et entassée, perd son état pelotonné et compacte, pour devenir divisée, meuble et légère. A ce moment on la passe à la claie et on l'emmagasine : les parties qui sont restées agglomérées, on les fait entrer dans des lots en fermentation.

M. Rohart conseille d'ajouter, ainsi qu'il l'a fait lui-même avec succès, à chaque mètre cube d'engrais prêt à être mis en vente, 50 kilogrammes de sel marin, ou mieux encore, et pour plus d'économie, le

même poids de sel de cuir ou de morue, qui vaut 25 à 30 fr. les 1,000 kilogrammes à Marseille et au Havre, et qui est exempt de droit de douane lorsqu'il est mêlé à certaines substances déterminées par la loi. Nous dirons plus tard pourquoi M. Rohart a raison d'ajouter du sel à ses engrais.

§ 94. *Nature de l'engrais préparé suivant les procédés indiqués dans ce chapitre.* — Que verrons-nous dans l'engrais dont nous venons d'indiquer la préparation? Par sa composition, nous y verrons un engrais complet, attendu qu'il renferme des principes humiques et azotés, des phosphates, des chlorures, des silicates, des terres et de l'oxyde de fer. Telle du moins doit être sa composition, si dans le choix des matières premières que l'on a destinées à la solidification des vidanges, on n'a pas perdu de vue le but final que l'on voulait atteindre.

Par son état physique et chimique, nous y verrons un assemblage intime de substances fertilisantes, les unes solubles et propres à nourrir les jeunes plantes dès qu'elles commencent à vivre aux dépens du milieu qui les entoure, les autres insolubles, mais dans un tel état de désagrégation, qu'elles trouveront aisément des dissolvants convenables dans le sol où elles vont être déposées.

Nous y trouverons enfin la condition spéciale qui fait du fumier de ferme le premier des engrais; en effet, il n'agit pas avec cette énergie qui conduit vite à l'épuisement, mais il s'accorde au contraire, par sa décomposition modérée, avec les progrès de la végétation, les suit pas à pas et en satisfait les exigences.

Dans le fumier de ferme, n'y a-t-il pas de l'azote à deux états? L'azote ammoniacal, promptement assimilable par les plantes et agissant comme celui du guano; l'azote insoluble qui peu à peu, et en vertu d'une fermentation sourde mais continue, se transforme à son tour en ammoniaque. Eh bien! dans notre engrais artificiel, ne trouvons-nous pas l'azote également à deux états? Est-ce qu'il ne renferme pas un azote insoluble qui peu à peu devient soluble, en passant à son tour à l'état d'ammoniaque? La preuve de ce fait remarquable apparaît lorsqu'on lave une certaine quantité d'engrais; les eaux de lavage contiennent des sels ammoniacaux, quoique la portion lavée renferme encore de l'azote; si on laisse vieillir celle-ci, et puis qu'on la soumette à un nouveau lavage, on en tirera encore de nouveaux sels ammoniacaux.

Ainsi, un engrais artificiel préparé convenablement, avec des vidanges et des dépouilles animales, ressemble essentiellement à l'engrais de ferme, tant par la nature de ses principes constituants que par son mode d'action. J'ajouterai qu'il a une qualité que le fumier n'a pas, c'est de ne pas contenir les 4/5 de son poids d'eau.

CHAPITRE XII.

SANG, CHAIR, PLUMES, CRINS ET POILS, DÉBRIS DE CORNES ET DE POISSONS, CHIFFONS DE LAINE.

Sommaire. — 95. D'après sa composition, le *sang* doit être un engrais. — 96. Transformation du sang en engrais commercial. — *a*. Par des *procédés chimiques*.— *b*. Par des *procédés physiques*. — 97. Comment on peut ralentir la décomposition du sang sec.— 98. Cultures auxquelles convient le sang desséché. — 99. Utilisation de la *chair musculaire*. — *a*. Compost terreux. — *b*. Compost au fumier et compost à la tannée. — *c*. Engrais de chair desséchée. — 100. Mode d'emploi de la chair en poudre.—101. *Crins*, *poils* et *plumes*. — 102. Débris de *cornes* et de *poissons*. — 103. *Chiffons de laine*.

§ 95. **D'après sa composition, le sang doit être un engrais.** — On peut considérer le sang des abattoirs, comme un liquide formé de 80 parties d'eau, 19 parties de matières animales (fibrine et albumine), et d'une partie de matières grasses et salines. Comme les substances organiques azotées du sang renferment, étant desséchées, 15 à 16 0/0 d'azote, on voit que 100 kilogrammes de sang frais contiennent à peu près 2,9 0/0 d'azote.

Cet aperçu suffit pour établir l'importance du sang considéré comme engrais. Cependant, ce n'est pas à l'état liquide qu'il convient aux cultivateurs de s'en servir, car sa rapide putréfaction non-seulement en rend l'emploi incommode, mais elle favorise peu la végétation des plantes qui se développent avec lenteur. Quoi qu'il en soit, il est bon qu'on sache que le sang frais des abattoirs, rendu liquide par une forte agitation avant son refroidissement, doit marquer 6 à 7 degrés

à l'aréomètre de Baumé. S'il marque 3 ou 4 degrés, comme il arrive quelquefois, c'est un indice qu'on y a ajouté de l'eau

§ 96. **Transformation du sang en engrais commercial.** — Ce n'est que par petites quantités qu'on peut utiliser le sang liquide : mais comme sa production est considérable, surtout dans les abattoirs des grandes villes, on a songé avec raison à lui donner une forme solide et à le transformer en un engrais commercial, c'est-à-dire en un engrais facilement transportable.

a. *Par des procédés chimiques.*—Si, d'après M. Péplowski, l'on ajoute à du sang encore frais 1/32 de son poids de chaux vive, au bout de peu de temps le sang se prend en masse, en se coagulant. On divise le coagulum, on le comprime et on le dessèche. Le *sang chaulé* ainsi préparé est d'un transport et d'un emploi faciles, mais c'est un engrais dont la décomposition est encore prompte, et ne peut favoriser que les cultures à très-courte période. Suivant les expériences de M. Bonnet, il paraîtrait que, si pour coaguler le sang on se servait, au lieu de chaux éteinte, de chlorure acide de manganèse, résidu de la préparation du chlore, on aurait ainsi un produit azoté d'une moins prompte décomposition et qui par cela même présenterait des avantages sur le sang chaulé de M. Péplowski.

M. Suquet préfère le *persulfate de fer* comme agent de coagulation. Il mêle avec le sang liquide et à froid 5 0/0, en volume, de dissolution de persulfate de fer marquant 17 à 20 degrés à l'aréomètre de Baumé. Le sang se coagule instantanément, et abandonné à lui-même sous un hangar, en un seul monceau, il

laisse ruisseler, pendant les premiers jours, un liquide clair non azoté et contenant seulement des principes salins. Peu à peu la masse se tasse et se fendille de manière à pouvoir être détachée par blocs pulvérisables, avec autant de facilité que si c'étaient des mottes de terre sèche. La poudre est étendue par couches, remuée souvent et séchée au soleil. On le conserve en barils ou en sacs à l'abri de l'humidité.

b. *Par des procédés physiques.*—1° *Par la vapeur.* — On fait arriver un fort jet de vapeur dans des cuves en bois contenant chacune trois à quatre barriques de sang, et on agite ce liquide jusqu'à son épaississement qui a lieu dès que la température de la masse s'est élevée à 60 degrés centigrades. La masse épaissie est introduite dans des sacs de toile pour être pressée ; les tourteaux sont broyés au moulin après avoir été desséchés dans un séchoir à l'air chaud.

Le sang ainsi préparé a l'aspect d'une poudre rouge noirâtre dont l'odeur n'a rien de repoussant.

2° *Par absorption.* — On fait dessécher au four, ainsi que M. Payen le propose, immédiatement après la cuisson du pain, de la terre exempte de mottes, en ayant soin de remuer la masse de temps à autre. On tire sur le devant du four cette terre toute chaude, et on l'arrose avec un cinquième de son poids de sang. On retourne le mélange, on le renfourne et on le remue avec un râble jusqu'à ce que la dessiccation soit complète. Cette substance, renfermée dans des barils à l'abri de l'eau, peut être conservée quelque temps, et son action sur les plantes est plus régulière et moins prompte que celle du sang liquide.

§ 97. **Comment on peut ralentir la décomposition du sang sec.** — M. Desrone a remarqué que lorsqu'on mêle de la poudre de sang sec à une certaine quantité de terre et qu'on arrose le mélange, il s'y manifeste un mouvement de fermentation avec élévation de température. Si, au bout de sept à huit jours, on répand ce mélange dans le champ immédiatement avant l'ensemencement, il ne sera pas trop actif, puisque ses principes fertilisants se trouvant déjà absorbés par la terre, ils ne sont assimilés par les plantes qu'avec une certaine lenteur.

§ 98. **Cultures auxquelles convient le sang desséché.** — Substance principalement azotée, le sang desséché convient surtout aux cultures herbagères; mais pour que ses effets sur les prairies naturelles et artificielles soient marqués, il importe de le répandre au printemps, et dans un moment pluvieux. Les betteraves, les pommes de terre, le maïs-fourrage et les céréales de printemps, se trouvent très-bien du sang desséché : certaines plantes granifères, telles que haricots, pois, sarrasin, éprouvent de bons effets de cet engrais ; mais il ne faut pas oublier que cette sorte de plantes a besoin surtout d'engrais phosphatés, puisque leurs graines en renferment une quantité notable. Or, en donnant à un hectare de terre 600 à 800 kilog. de sang desséché, ainsi qu'on le pratique habituellement, on l'enrichit de 30 à 40 kilog. d'azote, et seulement de 2 à 3 kilog. de phosphates.

§ 99. **Utilisation de la chair musculaire.** — Il est rare que l'on utilise la chair des animaux morts dans la ferme : généralement elle est perdue pour l'agri-

culture. Cependant la chair est très-riche en azote, et sa faculté fertilisante n'est point douteuse. Plusieurs moyens autres que ceux dont nous avons déjà parlé (§ 91), se présentent aux cultivateurs pour convertir en bons engrais la chair des animaux devenus, par leur mort, inutiles à l'exploitation.

a. *Compost terreux.*— Quand l'animal a été écorché et réduit en morceaux, on en forme dans une fosse, une couche qu'on saupoudre abondamment de chaux vive, et qu'on recouvre de la terre fournie par l'excavation, en ayant soin de bien combler la fosse et de donner à la terre qui dépasse le niveau du sol la forme prismatique, dans le but d'empêcher les carnassiers de déterrer les chairs. Un mois ou deux après, on ouvre la fosse, et, après avoir séparé les os, on mêle le contenu, qui n'a plus qu'une faible odeur, avec de la bonne terre riche de matières végétales et humiques. Ce mélange y est disposé en forme de monticule et abandonné à lui-même pendant un mois.

b. *Compost au fumier et compost à la tannée.* — Dans quelques villages de la Belgique, on a l'habitude de déposer la chair dans une fosse au milieu d'une forte quantité de fumier, de remuer la masse tous les jours, en y ajoutant de nouveau fumier d'étable, pour entretenir la fermentation ; d'autres cultivateurs remplacent le fumier par de la tannée, qui offre l'avantage d'atténuer l'odeur fétide de la chair en décomposition. On croit que 7 chevaux, ou leur équivalent, traités de la sorte suffiraient pour fertiliser un hectare.

c. *Engrais de chair desséchée.* — Voici comment

on procède pour réduire la chair musculaire en un engrais pulvérulent à action prompte et énergique. On place les parties charnues de l'animal (que nous supposerons avoir été convenablement dépouillé) dans un autoclave (chaudière pouvant être hermétiquement fermée) où l'on fait arriver un jet de vapeur, en agissant seulement à une tension de 0,10 à 0,15, pour n'altérer ni la gélatine ni la graisse. Après 20 à 24 heures d'action on retire les chairs de l'autoclave, on les exprime fortement, on en achève la dessiccation, soit au four, soit à l'étuve, et au moyen de meules on les réduit en poudre étant encore chaudes.

Il est inutile d'ajouter que le bouillon gélatineux, qui s'est formé pendant la cuisson, et qui renferme des sels et presque 1 0/0 d'azote, peut être utilisé pour animaliser des substances végétales. Quant à la graisse, toujours facile à séparer, en vertu de son figement, lorsqu'elle n'est pas vendue, elle trouve sans cesse un emploi dans la ferme.

La chair préparée ainsi que nous venons de le dire a une odeur nauséabonde. On éviterait cet inconvénient si, pour la dessécher, on suivait un procédé beaucoup plus simple, et qui n'exige ni autoclave, ni vapeur. Si l'on immerge la chair, pendant une ou deux heures, dans de l'eau contenant du sulfate de fer et du carbonate de soude, et si ensuite on la pulvérise au moyen de pilons après l'avoir séchée sous un hangar ou dans un séchoir, on aura ainsi une matière presque dépourvue d'odeur, et dont la richesse en azote est encore plus grande que celle de la

chair préparée par la vapeur : en effet, tandis qu'un kilogramme de cette dernière ne contient que 100 à 105 grammes d'azote, la même quantité de l'autre en renferme 120 à 125.

§ 100. **Mode d'emploi de la chair en poudre.** — Cet engrais n'est jamais donné au delà de 300 à 400 kil. par hectare. On le répand en automne sur les sols légers, à la volée, avant ou après l'ensemencement, en ayant soin de le mêler à la couche arable aussi près que possible de la surface du sol. Quand on veut en faire usage dans les terres fortes, on le répand au printemps sur les labours des semailles, ou sur les plantes en végétation.

Substance d'une facile et prompte décomposition, la chair desséchée n'est vraiment utile que pour les cultures herbacées, chanvre, lin, betteraves, et pour les plantes potagères.

§ 101. **Crins, poils et plumes.** — Autant le sang et la chair sont des engrais à action rapide, autant les crins, les poils et les plumes sont des engrais à action lente. Leur richesse en azote (15 0/0 pour les plumes et 13 $\frac{1}{2}$ 0/0 pour les poils et les crins) les signale comme des engrais appropriés pour bonifier foncièrement le sol, mais non pas pour lui communiquer une fécondité qui se manifeste immédiatement par de superbes récoltes. Celui qui, en associant la chair en poudre, par exemple, à des poils ou à des plumes, prodiguerait de ce mélange à de la terre pauvre, la transformerait promptement en une terre riche. Mais ce procédé exige une mise de fonds qui n'est pas toujours praticable, puisqu'on ne peut

donner à un hectare moins de 400 kil. de crins ou poils, ni moins de 35 à 40 hectolitres de plumes. Ce dernier engrais, à cause de sa grande légèreté, doit être conduit sur les terres par un temps brumeux et calme, autrement il faut le mêler à un peu de fumier.

§ 102. **Débris de cornes et de poissons.** — Les débris de cornes et les débris de poissons se distinguent du sang, de la chair, des crins, des poils et des plumes à cause qu'ils contiennent beaucoup de phosphates : 100 kil. de débris de morue en poudre renferment 29 kil. de phosphate de chaux et 9 kil. d'azote : dans la même quantité de râpure de corne, on trouve un peu moins de 15 kil. d'azote et 46 kil. de phosphate de chaux et de magnésie. L'action de l'engrais de corne, sous le rapport de la rapidité, se place entre l'action du sang et de la chair et celle des crins, des poils et des plumes. Thaër a vu du blé verser sous l'influence de l'engrais de corne, et d'un autre côté Schwertz nous apprend qu'en Allemagne certains cultivateurs abandonnent gratuitement aux ouvriers tabletiers la jouissance d'un champ pour une année, pourvu qu'ils y cultivent des pommes de terre engraissées avec des râpures de cornes. Ces cultivateurs savent bien que pendant longtemps les cultures des champs se ressentiront de la présence de l'engrais, et dédommageront, par leurs rendements, la location gratuite d'une seule année. Il n'en serait plus cependant ainsi si la corne avait été rendue facilement pulvérisable à la suite de la torréfaction. M. Leroux, de Nantes, en chauffant à 300 degrés centigrades la corne, les sabots, les os, en un mot, tout débris animal doué d'une texture com-

pacte et d'une difficile décomposition, les rend très-friables et très-susceptibles de céder leur azote, presque aussi promptement que les substances animales facilement altérables.

Ordinairemènt on donne à un hectare de terre 1,000 à 1,200 kil. de râpure de corne. Ceux qui achètent cet engrais à la mesure et non au poids doivent ne pas oublier que l'hectolitre de râpure de corne pèse de 20 à 25 kilogrammes, tandis que la même mesure de corne ou de sabots divisés en pèse 60 à 65.

Le mode d'agir des débris de poissons, que je considérerai comme étant secs et réduits en poudre, a une certaine analogie avec celui du guano. Effectivement ses effets ne sont sensibles que la première année; aussi les emploie-t-on avec succès dans les cultures des plantes annuelles. On peut également au printemps les appliquer sur des céréales en végétation. Mais il faut se garder de s'en servir en automne sur des sols humides. C'est sur les terres calcaires que cet engrais produit ses plus beaux résultats à la dose de 400 kil. l'hectare.

§ 103. **Chiffons de laine.** — De tous les débris de provenance animale, les chiffons de laine sont les plus azotés. Ils renferment un peu moins de 18 0/0 d'azote, mais presque pas de phosphates. L'action de cet engrais est naturellement lente, et manifeste ses effets pendant 5 à 6 ans ; cependant, on parvient à l'abréger, soit par la division de la matière, soit en en favorisant la décomposition.

On divise les chiffons de laine à l'aide d'une faucille

solidement engagée dans une porte, ou à l'aide d'une faux implantée dans un billot sous un angle de 43 à 60°.

Il est prudent que les coupeurs aient leurs mains garnies de gants pour ne pas contracter des maladies que la saleté des chiffons pourrait leur communiquer.

Autrefois le commerce offrait des chiffons de laine qui avaient été réduits en poudre après avoir été imprégnés d'une solution faible de soude caustique et desséchés. Il paraît que ce procédé, imaginé par M. Gonbiu, est tombé dans l'oubli.

Les chiffons de laine divisés qui ont séjourné sur l'aire d'une bergerie ou dans du purin, ou bien dans du fumier, se décomposent beaucoup plus rapidement que s'ils se trouvent dans leur état naturel : cela est concevable quand on pense que les déjections et le jus du fumier jouent vis-à-vis des chiffons le rôle de ferment, et les disposent à la décomposition. Tous les cultivateurs intelligents emploient les chiffons associés à des substances de provenance animale et fermentescibles ; tels sont l'urine, le jus de fumier, et le fumier lui-même.

Malgré ces artifices, le chiffon de laine n'agit jamais avec une grande rapidité, aussi ne l'emploie-t-on que dans la culture des plantes bisannuelles ou vivaces à la dose de 1,500 à 3,000 kilogrammes par hectare.

Quoique cet engrais réussisse sur toutes les terres, néanmoins celles qui sont légères et perméables lui conviennent le mieux.

CHAPITRE XIII.

NOIR ANIMAL, SON MÉLANGE AVEC LA TOURBE.

SOMMAIRE. — 103 *bis*. Origine du *noir animal*. — 104. Différentes qualités de cet engrais. — 105. Conditions d'efficacité des différentes variétés de noir animal. — 106. Mode d'action.— 107. Cultures auxquelles convient le noir animal. — 108. Le noir animal favorise de préférence les cultures épuisantes. Dangers qui en résultent et moyens de les éviter. — 109. Le noir animal pur ne peut pas être à la fois très-azoté et très-phosphaté. — 110. Fraudes exercées sur le noir animal. — 111. Mélange formé de noir animal et de tourbe; sa composition. — 112. Attaques passionnées contre cet engrais. — 113. Les inconvénients de la tourbe phosphatée proviennent de la manière dont on la vend.

§ 103 bis. **Origine du noir animal.** — Si l'on chauffe fortement des os contenus dans un pot fermé, et si on les donne ensuite à un raffineur, celui-ci les rendra sous la forme *de noir animal, dit des raffineries*. En chauffant les os en vase clos, on détruit leur matière organique azotée ; leur principe minéral ou phosphaté reste imprégné de charbon. Ce résidu, étant très-poreux, jouit de la propriété décolorante à un haut degré : transporté dans les raffineries, il sert à décolorer les sirops, d'où l'on extraira plus tard le sucre ; et comme ces sirops renferment le sang de bœuf qui les a clarifiés, il en résulte que le charbon d'os, après avoir servi à décolorer les liquides sucrés des raffineries, sera imprégné des principes animaux qui ont servi à la clarification de ces mêmes liquides. Voilà l'origine du noir animal, qui est si précieux pour les agriculteurs.

Cette matière fertilisante a été jetée aux déchar-

ges publiques jusqu'en 1822 : depuis, on sait ce que l'on en fait. Pour donner une idée de son importance, qu'il me suffise de dire que depuis 1850 l'introduction annuelle du noir animal sur le marché de Nantes est en moyenne de 21 millions de kilogrammes. Si l'on réunissait tout ce qui est introduit sur les autres marchés, quel chiffre n'atteindrait-on pas ! Sa grande consommation ferait supposer que tout a été dit sur sa nature, ses propriétés et le mode de son emploi; mais il n'en est rien, car non-seulement les modifications que l'art de la raffinerie a subies successivement depuis 1822, ont contribué à altérer la composition et par conséquent les propriétés de cet engrais, mais la cupidité et la mauvaise foi sont venues à leur tour changer les conditions qui jadis lui assurèrent un immense et légitime succès.

§ 104. **Différentes qualités de cet engrais.** — Autrefois, les noirs qui sortaient des raffineries étaient fort azotés. Aujourd'hui, on en trouve qui le sont moitié moins ; mais, en revanche, ils sont plus phosphatés.

Les noirs, que l'administration qualifie de pur résidu de raffineries, peuvent se diviser en deux catégories. Suivant M. Bobierre, on peut adopter comme types de la première catégorie les noirs qui sortent des raffineries de Nantes, et comme types de la seconde ceux qui nous arrivent de Russie et de New-York. Les premiers renferment de 2 1/2 à 3 0/0 d'azote, 54 à 60 0/0 de phosphate, plus, 4 à 5 0/0 de carbonate de chaux. Ils se présentent sous la forme d'une poudre fine, homogène, formant avec l'eau une pâte grasse

au toucher ; ils ont été recueillis sur les filtres des raffineurs, par conséquent, ils renferment du sang et du blanc d'œuf.

Les noirs compris dans la dernière catégorie contiennent à peine 1 0/0 d'azote, 68 à 81 0/0 de phosphate, et 8 à 10 0/0 de carbonate de chaux. Ils sont grenus, ayant subi un grand nombre de révivifications.

Il existe aussi d'autres noirs qui n'ont pas droit à cette qualification, bien que provenant des raffineries : tels sont les noirs, où l'on trouve jusqu'à 22 0/0 de carbonate de chaux, et ceux de Hambourg et d'Amsterdam, où l'analyse signale jusqu'à 30 0/0 de sable. Ces produits devant être considérés purement et simplement comme des engrais, il n'y a pas lieu d'en parler dans ce moment.

§ 105. **Conditions d'efficacité des différentes variétés de noir animal.** — La composition et la structure des deux types étant très-différentes, leur action ne doit pas être identique.

Supposons, en effet, qu'il s'agisse d'une terre très-fertile, et qui, étant bien cultivée depuis longtemps, n'ait rien perdu de sa fertilité initiale, attendu que chaque récolte aura été suivie par une fumure réparatrice. Dans ce cas particulier, que pourront faire 4 à 5 hectolitres de noir animal par hectare ? Ce ne seront pas les 12 à 15 kilogrammes d'azote ni les 240 à 300 kilogrammes de phosphate de chaux que l'on introduira ainsi dans la terre qui assureront la nouvelle récolte ; la terre étant très-riche par elle-même de principes fertilisants, elle s'apercevra à peine de la

faible portion qu'on lui apportera sous la forme de noir animal.

Ainsi, disons-le sans hésiter, le noir animal ne produit que de pauvres effets dans les terres fertiles et habituellement bien cultivées. Cela dit, passons aux terres qui, comme les nôtres, n'ayant jamais reçu de très-abondantes fumures, n'ont jamais pu atteindre le maximum de fertilité initiale. Celles-ci, n'étant riches ni en matières organiques, ni en restes de chaulages antérieurs, doivent se trouver à merveille de 4 à 5 hectolitres de noir pur résidu de raffinerie, qui leur apporteront 12 à 15 kil. d'azote dont elles sont pauvres, et 240 à 300 kil. de phosphate, dont une partie deviendra bientôt assimilable, attendu qu'elle ne trouvera pas dans ces terres autant d'éléments alcalins que dans les terres depuis longtemps largement fumées ou chaulées.

Que l'on fournisse à un hectare de terre médiocre 4 à 5 hectol. de bon noir appartenant à la première catégorie, et on pourra compter sur une bonne récolte de sarrasin ; mais si on donne à cette même terre 4 à 5 hectol. de noir de la seconde catégorie, qui ne renferme guère de matières organiques azotées, et dont la texture grenue le rend lentement attaquable par l'acide carbonique, on sera exposé à échouer.

Le raisonnement apprend donc à ne donner de noir animal que sur les terres cultivées et pas trop riches, et à préférer, sous peine d'échec, le noir pur résidu des raffineries contenant de 2 1/2 à 3 0/0 d'azote.

Transportons-nous, par la pensée, sur une terre nouvellement défrichée. Ici ce n'est point la matière

organique qui fait défaut : donc un noir animal qui en sera riche ne conviendra pas, ou du moins il ne sera pas indispensable ; et comme toute terre défrichée est généralement acide, le noir animal grenu, pauvre en azote et riche en phosphate, lui conviendra parfaitement ; car, se trouvant dans un milieu acide, il sera facilement attaqué, et, outre qu'il neutralisera la terre, il apportera à celle-ci des phosphates dont elle est naturellement dépourvue.

Ainsi dans le cas d'un défrichement, le raisonnement indique, comme étant le plus convenable, le noir animal de la seconde catégorie, celui qui ne contient guère d'azote, mais beaucoup de phosphate.

Enfin, le noir animal, peu importe de quelle nature, ne doit jamais être donné aux terres récemment chaulées ; car la chaux, absorbant une grande partie des principes acides du sol, enlève au phosphate du noir beaucoup de chances de devenir soluble, et partant assimilable.

Feu Puvis et divers agriculteurs des départements de l'Allier et d'Indre-et-Loire ont montré que les os calcinés en vase clos, ou, en d'autres termes, le noir animal qui n'était jamais entré dans une raffinerie, avait donné des résultats extraordinaires et vraiment remarquables dans des défrichements. M. Bobierre nous dit que chez un agriculteur distingué, M. Chambardel, un tombereau de marne, versé par mégarde sur de la terre défrichée, rendit celle-ci rebelle à l'action du noir, tandis que ce même noir produisit d'excellents effets tout autour de l'endroit qui avait été accidentellement marné. Il ajoute

que les paysans de la Vendée, après avoir employé la chaux comme engrais et détruit ainsi la plus grande partie de la matière organique de la terre, s'empressent, lorsque le prix des céréales s'élève, de donner à leurs champs des résidus de raffinerie proprement dits, et ils se gardent bien de se servir de noir animal grenu, qu'ils abandonnent aux défricheurs.

Plus de doute : si l'on est réduit à compléter les fumures par du noir animal, il faut préférer le plus azoté pour les terres cultivées, et réserver le noir peu azoté et riche en phosphate pour les défrichements.

§ 106. **Mode d'action.** — Nous avons dit plus haut comment agit le noir grenu approprié aux landes. Les acides de la terre contribuent à rendre solubles les phosphates qui, devenant alors assimilables, manifestent leur action fertilisante dans une terre qu'ils ont neutralisée.

Mais quant à la manière d'agir du noir animal azoté, qui convient aux terres cultivées, et notamment pour les céréales et le sarrasin, elle est moins facile à saisir ; car, si l'on donne à un hectare de terre destiné à du blé noir un mélange formé de 300 kil. de phosphate de chaux bien divisé, et de 75 kil. de sang desséché, on n'obtiendra pas, à beaucoup près, le même résultat que si l'on s'était servi de 5 hectolitres de bon noir de Nantes, où se seraient trouvées les mêmes proportions de phosphate et d'azote que dans le mélange.

C'est que le noir qui sort des filtres des raffineries, bien qu'il ait été lavé, renferme encore un peu de sucre : celui-ci entrera bientôt en fermentation et donnera naissance à des acides comparables au vinai-

gre (acide acétique), à l'acide du lait (acide lactique), etc. qui rendront soluble une partie du phosphate. Ajoutons qu'indépendamment des acides, les matières animales azotées du noir contribuent de leur côté à rendre soluble le phosphate de chaux, de sorte que la portion de ce sel qui se trouve dans ces heureuses conditions d'assimilabilité est assez forte pour être constatée de la manière la plus simple. Il suffit de laver avec de l'eau bouillante du bon noir de Nantes pour se convaincre qu'il renferme des matières solubles en quantité plus notable que les noirs grenus, et que le phosphate de chaux mêlé à du sang desséché.

D'un autre côté, par l'altération des principes organiques azotés, de l'ammoniaque se forme qui, en saturant les acides du noir, engendre des sels ammoniacaux et augmente ainsi les propriétés fertilisantes de l'engrais.

§ 107. **Cultures auxquelles convient le noir animal.** — Concluons donc que si le noir animal, qui sort des raffineries et qui est très-azoté, agit si favorablement sur la végétation des vieilles terres, et notamment sur le sarrasin, c'est qu'une partie de son azote est à l'état d'ammoniaque ou est près d'y être, et qu'une partie de son phosphate se trouve préparée pour une prompte assimilation.

Les effets surprenants du résidu des raffineries qui est donné au blé noir (je parle de préférence de cette culture, parce que c'est elle qui absorbe la plus grande partie du noir qu'on consomme dans notre département), s'expliquent par la considération que cette plante végète promptement et n'a pas le temps d'attendre sa

nourriture. Il importe donc que le noir qu'on lui donne au printemps, avant les semailles, puisse lui fournir sans délai de quoi se développer. Or, les sels ammoniacaux qui se trouvent dans le noir très-azoté sont, pour les plantes, un aliment tout préparé, dont les noirs grenus de Russie et d'Amérique ne renferment que de très-faibles quantités. Ce que je dis pour le sarrasin, je l'applique sans réserve à la culture des céréales, notamment lorsqu'elle a lieu sur des terres fatiguées par l'abus de la chaux ou par des fumures trop faibles relativement aux récoltes qu'on a précédemment obtenues.

En outre du sarrasin et des céréales, les plantes sur lesquelles le noir fin produit le plus d'effet, sont les crucifères, et notamment les choux, les navets, les rutabagas, le colza, la navette et la moutarde : il est aussi efficace pour le ray-grass commun, pour le ray-grass d'Italie, pour les betteraves et les pommes de terre. Son action est presque nulle ou peu sensible sur certaines légumineuses ; cependant on s'en trouve bien pour les vesces, les fèves, les féveroles et le trèfle blanc ; mais il en est autrement pour le trèfle ordinaire et incarnat, la luzerne et le sainfoin.

§ 108. **Le noir animal favorise de préférence les cultures épuisantes ; dangers qui en résultent et moyens de les éviter.** — J'observerai, avec M. Moll, que le noir animal favorise avant tout la production des récoltes de vente ou épuisantes, et qu'il ne favorise guère les récoltes améliorantes. Si les agriculteurs ne font pas attention à cette circonstance, le noir animal finira par devenir un instrument d'épuisement.

En effet, une lande ne rapporte guère, il est vrai, mais elle ne représente pas moins une terre riche en matières végétales ; une fois défrichée, elle entre, grâce au noir animal, dans une voie d'épuisement, puisqu'elle ne produira que des récoltes qui appauvrissent la terre et point de celles qui l'enrichissent. Un pareil système n'est pas progressif ; il doit finir par user le sol, surtout s'il est exagéré, et s'il ne trouve pas de compensation dans l'intervention d'abondantes fumures, ou s'il n'est pas tempéré par l'adoption de cultures qui, sans être aussi importantes que les prairies artificielles, n'offrent pas moins une bonne partie de leurs avantages.

M. Moll, qui s'est tant occupé de la culture des landes, remarque que les choux, les navets, les rutabagas, qui réussissent très-bien dans les défrichements de la Bretagne, ne sont encore cultivés en grand, dans les terres neuves, que par exception ; et cependant, ces plantes, unies à la paille, alimenteraient parfaitement les étables pendant l'hiver, et produiraient d'abondant fumier.

Puisqu'on sait que le noir favorise les vesces et les féveroles d'automne et de printemps, pourquoi, dans les terres défrichées, ne sème-t-on pas un mélange de ces plantes, qui donnerait d'excellents fourrages?

Avec un mélange de sarrasin, de moutarde blanche et d'un peu d'avoine ou de seigle de printemps, on obtient, dit M. Moll, pendant toute la belle saison, de succulents fourrages que le bétail mange avec plaisir.

Le pastel semé en automne fournit, dès le commen-

cement du printemps, un bon pâturage aux vaches et aux moutons. Le ray-grass commun et le ray-grass d'Italie, la houlque laineuse, la fléole des prés et le trèfle blanc, permettent, toujours à l'aide du noir, d'établir, à la troisième ou quatrième année du défrichement, des herbages, que l'ajonc finit par envahir, il est vrai, mais qui donnent généralement, la première année, deux coupes, la seconde une coupe, et la troisième un très-bon pâturage.

Enfin, on pourrait éviter l'épuisement des terres défrichées, et prolonger ainsi l'efficacité du noir, en s'aidant des fumures vertes, telles qu'un mélange de sarrasin et de moutarde, qui, par la rapidité de sa croissance, pourrait être placé en récolte dérobée entre deux céréales.

Dans ces indications, que j'emprunte à M. Moll, il y a le secret pour faire atteindre au noir son véritable but, qui est de fertiliser toujours et non transitoirement. Le noir, employé comme on le fait ordinairement sur les terres neuves, ne peut pas manquer d'avoir pour résultat définitif l'appauvrissement du sol.

§ 109. **Le noir animal pur ne peut pas être à la fois très-phosphaté et très-azoté.** — Il serait déraisonnable de prétendre que le noir des raffineries fût tout à la fois très-azoté et très-phosphaté. On chercherait inutilement un noir animal contenant 3 0/0 d'azote et 70 0/0 de phosphate. Voici la raison : si 100 parties de charbon animal vierge, dosant 80 0/0 de phosphate de chaux, ont été employées au raffinage du sucre, et qu'au sortir de cette opération elles soient devenues 135, par suite de l'absorption des

matières organiques et autres, il est évident que 100 de ces 135 parties n'en contiendront plus que 60,74 de phosphate; mais, en revanche, elles pourront contenir 2 1/2 à 3 d'azote. Que si, au lieu d'augmenter de plus d'un tiers, les 100 parties de noir vierge n'eussent augmenté que d'un dixième, il est encore évident qu'en sortant des raffineries, le noir aurait contenu presque 73 0/0 de phosphate; mais c'est à peine s'il aurait renfermé 0,9 d'azote. En somme, il est impossible qu'un noir très-phosphaté soit en même temps très-azoté. Un noir très-riche en azote ne contiendra jamais au delà de 60 0/0 de phosphate.

§ 110. **Fraudes exercées sur le noir animal.** — En parlant du guano (§ 81) je disais d'avoir à se tenir sur ses gardes par rapport à la quantité d'eau qu'il pouvait contenir. En parlant du noir, je dirai d'avoir à se tenir sur ses gardes par rapport à la quantité de carbonate de chaux que cet engrais peut renfermer. De même que la vérification officielle, telle qu'elle est pratiquée généralement aujourd'hui, est impuissante pour distinguer l'eau introduite par fraude dans le guano, de celle qui peut lui être propre; de même elle ne saurait discerner si une partie du carbonate de chaux qu'on trouve dans le noir y a été ou non introduite frauduleusement.

Les meilleurs noirs renferment quelques centièmes de carbonate de chaux. Néanmoins, grâce aux changements survenus dans l'art du raffineur, on en trouve qui en sont très-riches sans qu'ils aient été fraudés. Mais ce qui ne devrait être qu'une exception tend à devenir la règle, puisqu'on voit à Nantes des

fabriques de carbonate de chaux pour la falsification des noirs. Je vais dire un mot de cette ignoble industrie, pour la vouer à l'indignation de la conscience publique.

A Nantes (suivant M. Bobierre), il y a des usines remarquablement outillées où la chaux vive, après avoir été éteinte et réduite en poudre très-fine, est brassée avec du goudron de houille et une certaine proportion de tourbe. Le mélange est rendu homogène par un broyage sous une meule mise en mouvement par une machine à vapeur. La pâte ainsi préparée est ensuite introduite dans des cornues semblables à celles des usines à gaz, et après la calcination au rouge, elle est éteinte dans des étouffoirs, réduite en poudre et tamisée.

La matière ainsi préparée est d'un beau noir et peut être mêlée impunément avec du noir fin : ce n'est pas tout. On est parvenu à granuler cette poudre et à la rendre apte, sous cette forme, à frauder le noir grenu ; de sorte qu'aucune espèce de noir n'échappera à la sophistication.

En attendant, les pauvres cultivateurs contribueront à enrichir, non-seulement le fabricant, mais encore les marchands, qui profiteront de cette savante industrie. En effet, le fabricant vend le carbonate de chaux noir, qui ne lui coûte que quelques sous, 4 fr. l'hectolitre ; mais le marchand d'engrais le vendra à raison de 12 fr., quand il en ajoutera 10, 15 ou 20 0/0 à chaque hectolitre de noir pur.

Cette fraude est doublement coupable : d'abord à cause du prix exorbitant qu'elle donne à une substance qui n'en a guère ; ensuite parce que, plus il y

aura de carbonate de chaux dans un noir, moins il sera fertilisant.

§ 111. **Mélange formé de noir animal et de tourbe : sa composition.** — Depuis longtemps, il existe une industrie ayant pour but d'incorporer les matières fécales avec de la tourbe, qui, en absorbant l'humidité, les solidifie pour ainsi dire, et les rend commerciales ; d'autres industriels ajoutent à la tourbe seulement de l'urine, et font ainsi de la tourbe dite *jaillée*, qu'ils mêlent avec du noir animal ordinaire ; enfin, on fabrique encore de la tourbe qu'on appelle *animalisée et phosphatée*, dans laquelle entrent des débris animaux, tels que chair de cheval, de chien, etc., et du noir animal ou phosphate de chaux.

En général, dans toutes ces préparations tourbeuses, on trouve de 1 à 2 1/2 d'azote p. 0/0 de matière sèche, de 25 à 40 de phosphate de chaux, et de 40 à 60 de matières organiques pouvant fournir beaucoup d'humus.

§ 112. **Attaques passionnées contre cet engrais.** — Par une de ces réactions si fréquentes en France, et qui font succéder les haines furibondes aux engoûments enthousiastes, une sorte de croisade s'est élevée contre l'industrie des composts à base de tourbe. Nous avons entendu, dans des assemblées nombreuses, des motions ne tendant à rien moins qu'à en demander la suppression légale ; et pour une grande majorité des membres présents, les fabricants de tourbe animalisée n'étaient que des *empoisonneurs* de nos terres.

Je déclare que j'ai résisté à l'entraînement presque général : premièrement, parce que, dans quelques

cas, la tourbe peut avoir une utilité agricole, comme source d'humus ; secondement, parce que l'azote que les matières fécales ou les débris d'animaux introduisent dans la tourbe vaut celui des autres engrais, contre lesquels il n'existe aucune prévention ; troisièmement, parce que la tourbe contribue à rendre solubles les phosphates qu'on lui ajoute, et on en a la preuve dans les beaux résultats produits par le noir sur les terres tourbeuses ; quatrièmement, enfin, parce que je reconnais à chaque Français la liberté de vendre toute matière fertilisante qu'il lui plaira, pourvu qu'il déclare la composition de sa marchandise, et qu'il apporte dans son commerce de la probité et de la bonne foi.

Il faudrait que les détracteurs systématiques de cette industrie n'oubliassent pas que de pareils engrais ne sont appliqués, en général, qu'à de pauvres terres qui, ayant toujours été peu ou point fumées, renferment très-peu d'humus. Introduire dans des sols de cette nature une quantité convenable d'une substance qui renferme 50 à 60 0/0 de matières humiques, c'est leur donner un élément de vie ; et si ces matières humiques sont accompagnées de phosphates et d'azote, pourquoi ne seraient-elles pas aptes à fertiliser ? Je veux bien que leur aptitude soit passagère ; j'admets encore que de pareils engrais ne puissent pas enrichir le sol, et qu'ils l'aident seulement à vivre au jour le jour. Mais, en admettant tout cela, je ne vois pas comment on peut en tirer la conséquence que la tourbe animalisée et phosphatée est un poison plutôt qu'un engrais. Il n'y a pas de doute que ces composts, appliqués sans discernement, doivent finir par tuer la terre ;

mais cela est commun à tous les engrais. Celui, par exemple, qui en mettrait quelques hectolitres dans un hectare de lande serait sûr de perdre son argent, attendu que ce qui manque aux landes, ce n'est pas généralement l'humus, mais les phosphates et la chaux. Il n'y a pas de doute que celui qui, par une sotte économie, et à cause d'une trop faible fumure d'engrais tourbeux, ne réintégrerait pas dans le sol une grande partie des phosphates et de l'azote qu'une récolte lui enlève, épuiserait ce sol de plus en plus ; mais, au contraire, je ne vois pas en quoi il serait le dissipateur de son bien, celui qui, en se souvenant du principe fondamental de l'agriculture, qu'*il faut rendre au sol la majeure partie de ce que les récoltes lui enlèvent*, raisonnerait autant l'achat de l'engrais que son application.

Mieux vaudrait instruire les acheteurs de ces engrais que de leur inspirer des préventions qu'ils ne partageront jamais, tant qu'ils n'en comprendront pas la justesse.

Les détracteurs passionnés des composts à base de tourbe paraissent ignorer un fait qui est cependant bien connu. Depuis 12 à 15 ans, à l'entrée du printemps, beaucoup de petits cultivateurs achètent de la tourbe animalisée pour faire leurs sarrasins ; cette seule culture en absorbe tous les ans des centaines de milliers d'hectolitres. Il est rare que l'achat soit fait au comptant ; le paiement n'a lieu qu'après la récolte : comme cela se répète tous les ans, et comme chaque fabricant a sa clientèle qui ne le quitte pas, il faut nécessairement que les acheteurs y trouvent leur compte.

Il est évident pour moi, que si les composts à base de tourbe (je parle spécialement de ceux que l'on fabrique à Rennes) étaient des poisons pour les terres, et non des engrais, les récoltes du sarrasin ne continueraient pas à être satisfaisantes, et les pauvres cultivateurs ne seraient pas assez naïfs pour acheter de ces composts systématiquement tous les ans et pour les payer exactement à l'échéance convenue. Ce fait, qui est de notoriété publique, devrait calmer, je pense, bien des colères irréfléchies.

Il ne faut pas confondre les terres riches, habituées aux fortes fumures, bien labourées, bien assolées, avec les terres pauvres, soumises encore à l'ancien assolement triennal, comme celles d'une partie de notre Bretagne. Faire les sarrasins, dans les terres riches, avec les composts à base de tourbe, ce serait vouloir faire dîner gaiement avec de la galette quelqu'un qui serait habitué à de succulents repas.

Les bonnes terres, riches de résidus de toute sorte de précédentes fumures, ne sauraient que faire de ces petits composts tourbeux, qui sont les bienvenus dans les terres pauvres, privées d'humus et misérablement fumées depuis un temps immémorial.

§ 113. **Les inconvénients de la tourbe phosphatée proviennent de la manière dont on la vend.** — Selon moi, le côté vulnérable de cette industrie, c'est le mode d'après lequel on vend la marchandise. Je vais démontrer jusqu'à quel point est illusoire la modicité du prix de ces engrais, modicité qui est le principal appât des consommateurs.

D'après les règlements les plus adoptés sur la police

des engrais, un marchand est irréprochable lorsque, par un écriteau, il fait connaître au public la composition de sa marchandise. Mais cette composition a été déterminée par un chimiste qui a opéré sur l'engrais desséché à la température de l'eau bouillante.

Ainsi donc, pour que l'analyse fût réellement utile à l'acheteur, il faudrait de deux choses l'une : ou qu'il achetât l'engrais sec et au poids, ou bien qu'il tînt compte de l'eau qu'il renferme et du poids de l'hectolitre. Or, les composts à base de tourbe sont vendus à la mesure, et dans l'écriteau il n'est rien dit, ni du poids de l'hectolitre, ni de l'humidité.

Un exemple prouvera combien les engrais phosphatés et azotés à base de tourbe sont chers, quoique leur prix apparent soit très-modéré. Qu'on remarque bien que l'exemple que je prends n'est pas imaginé pour le besoin de la cause, mais qu'il est réel, puisque je le puise dans mes registres de laboratoire.

Il a été vendu 50 hectolitres de tourbe animalisée, à 8 fr. l'hectolitre ; d'après l'analyse, elle renfermait 30 0/0 de phosphate, 2 0/0 d'azote et 60 0/0 de matières organiques. L'acheteur, bien entendu, n'a songé ni à l'eau, qui s'élevait à 43 0/0, ni au poids de l'hectolitre, qui était de 65 kilogrammes.

Ainsi, le poids total des 50 hectolitres était de 3,250 kilog., où se trouvaient 1,397 kil. d'eau.

552	phosphate.
37	azote.
1,077	mat. organ.

Ce qui revient à dire que chaque hectolitre contenait 11 kilogrammes de phosphate, 740 grammes

d'azote, et environ 20 kilogrammes de substances organiques. En évaluant, ainsi qu'on le fait en général, le phosphate de chaux à raison de 15 c. le kilogramme, l'azote à 1 fr. 80 c., et la matière organique à 1 1/2 c., la valeur réelle d'un hectolitre est de 3 fr. 23 c. Il est donc évident que l'acheteur a payé 4 fr. 77 c. une trentaine de kilogrammes d'eau.

Cet exemple, non-seulement fait voir combien le bas prix des mélanges tourbeux est illusoire, mais explique en même temps les fortunes qui ont été faites en peu de temps dans ce commerce.

Si un sentiment de justice m'a fait plaider la cause d'une industrie, selon moi, injustement attaquée, le même sentiment m'a décidé à en découvrir les défauts : cependant, je dois ajouter que le noir animal et presque tous les engrais sont vendus à la mesure et non au poids, et que, par conséquent, malgré les apparences du contraire, les consommateurs ne savent pas, généralement, quel est le vrai prix des principes actifs des engrais qu'ils achètent.

CHAPITRE XIV.

NODULES PHOSPHATÉS OU PSEUDOCOPROLITHES. PERPHOSPHATE OU SUPERPHOSPHATE DE CHAUX DES ANGLAIS.

Sommaire. — 114. Déperdition nécessaire des phosphates naturels. — 115. Découverte des *nodules phosphatés* facilement exploitables. Leurs caractères et leurs propriétés. — 116. Application des nodules phosphatés à l'agriculture. — 117. *Perphosphate* ou *superphosphate de chaux des Anglais*. — 118. Véritable composition du superphosphate de chaux. Son mode d'action. — 119. Causes qui s'opposent à la généralisation de l'emploi du perphosphate en France.

§ 114. Déperdition nécessaire des phosphates na-

turels. — Parmi les principes constitutifs des plantes, il y en a qui ne font jamais défaut dans le sol, soit à cause de leur abondance, soit parce que la nature se charge de remplir le vide qu'occasionne la végétation ; mais il y en a d'autres que l'industrie de l'homme seulement peut y entretenir.

Ainsi, le carbone, l'oxygène, l'hydrogène et l'azote ne manqueront jamais aux plantes tant qu'il y aura de l'eau et de l'acide carbonique dans la terre et dans l'air, tant qu'il y aura des orages, des vents et des pluies, tant que le sol arable aura la propriété de nitrifier l'azote de l'atmosphère : la chaux et la magnésie, la silice, les chlorures et les sulfates alcalins ne feront jamais défaut à la végétation au point de la rendre impossible, car quelques-uns de ces principes abondent dans le sol, et d'autres y sont apportés par les pluies et le mouvement même des eaux.

Mais les phosphates ! on n'en trouve point dans l'air et des traces seulement dans les eaux pluviales (Barral) ; de façon qu'on ne voit pas quelle cause pourrait en introduire sensiblement dans le sol, dès qu'une autre cause les en aurait soustraits.

Supposons une certaine étendue de terre livrée à la végétation spontanée : tout ce qui s'y passe tend à ramener à la surface les phosphates disséminés dans la masse ; en effet, les arbres, par leurs racines, les font passer des couches inférieures dans les feuilles, les branches et le tronc ; les feuilles tombent tous les ans, pourrissent sur place, et la terre s'enrichit de leurs détritus, dont les phosphates sont un des principes constituants. Plus tard, les branches et le tronc pour-

riront également, et ils apporteront, à leur tour, un contingent de richesse au sol superficiel. Les plantes dont les racines ne pénètrent pas aussi bas que celles des arbres fonctionnent de la même manière, et, elles aussi, contribuent à *phosphatiser* la pellicule de la terre.

Mais quel est le résultat définitif et immanquable des cultures? C'est d'enlever et de porter loin de leur place naturelle les principes fertilisants accumulés à la surface par le travail séculaire de la végétation.

1,000 kilogrammes de blé en renferment environ 11 d'acide phosphorique, correspondant à peu près à 24 kilogrammes de phosphate de chaux; si cette quantité de blé était consommée sur le lieu de sa production, l'acide phosphorique finirait par rentrer dans le même sol d'où les récoltes l'auraient tiré; mais il n'en est pas ainsi. Une grande partie des denrées est portée au marché; les fourrages eux-mêmes, qui sont consommés par le bétail, ne passent pas entièrement dans le fumier, puisqu'une quantité est exportée sous la forme de lait et de viande; si l'on ajoute que les terres, par cela seul qu'elles sont cultivées, abandonnent aux eaux pluviales une portion d'elles-mêmes beaucoup plus grande que les terres incultes, et que, par conséquent, les phosphates qui s'y trouvent vont s'engloutir pour toujours dans les abîmes de l'Océan; si l'on ajoute encore que les phosphates absorbés par le personnel de la ferme sont perdus pour la terre, sinon à jamais, du moins pendant un temps considérable, puisque le respect qu'on doit aux tombeaux interdit d'y porter la main, on voit de suite

combien de causes concourent à la déperdition des phosphates propres au sol que l'homme cultive. Mais, puisqu'il y a une trentaine d'années seulement qu'on sait restituer à la terre les phosphates dont elle s'appauvrit chaque jour, on entrevoit la raison pour laquelle certaines contrées, jadis fertiles, ne le sont plus aujourd'hui.

Les plaines de la Sicile, certaines contrées de la Grèce, de l'Asie Mineure, de l'Afrique septentrionale et de l'Amérique, qui jadis étonnaient l'Europe par leur fertilité, sont devenues aujourd'hui d'une stérilité remarquable, quoique leur climat n'ait pas changé. Il faut pourtant qu'une modification soit survenue dans le sol de ces contrées ; il faut qu'il se soit appauvri d'un principe que le jeu régulateur des forces naturelles ne peut pas réintégrer. Ce principe est sans contredit le phosphate.

Pour ce qui concerne les terres encore fécondes il y a quarante ans, quoiqu'elles n'eussent jamais reçu de phosphates de la main de l'homme, on peut observer que si elles avaient été toujours labourées comme elles le sont aujourd'hui ; si elles avaient fourni à l'exportation autant de denrées qu'elles en fournissent à présent, grâce à la facilité des communications, leur épuisement se serait manifesté depuis longtemps. L'idée de l'application des phosphates des os à l'agriculture a donc été une de celles que la Providence inspire quand elle veut rappeler qn'elle ne cesse pas de veiller sur l'homme.

Cependant les phosphates que nous utilisons depuis une quarantaine d'années ne représentent qu'une

faible portion de ceux qui sont soustraits, sous la forme d'os d'animaux, à la circulation de la matière organisée ; ils ne remplacent pas, tant s'en faut, ceux que la mer engloutit sous la forme de limon ou de déjections animales et ceux qui sont *retenus religieusement dans l'asile des tombeaux.*

Qu'on remarque bien que plus l'agriculture se perfectionne, plus est considérable la perte des phosphates naturels. On a observé que les rivières des pays incultes sont presque toujours limpides, tandis que celles des pays cultivés sont d'ordinaire plus ou moins troubles. C'est que plus la terre est remuée et divisée, plus elle est entraînée par les pluies : aussi, ne voit-on jamais, lors des saisons pluvieuses ou après des averses, des eaux parfaitement claires dans les fossés qui bordent les champs ; et comme chaque particule de terre végétale qui est charriée à la mer renferme une trace de phosphate, il en résulte qu'une immense quantité de cette substance se dérobe à jamais à l'agriculture.

On pourrait objecter que la mer rend, sous la forme de fucus et de poissons, les phosphates que les fleuves lui apportent ; on pourrait ajouter que les générations humaines sont trop peu de chose dans l'économie générale du globe pour qu'on ait à tenir compte des phosphates qu'elles soustraient aux terres cultivées.

A cela on répond que la restitution de la mer ne profite guère qu'à la lisière littorale (ce qui explique peut-être son inépuisable fertilité), et que la portion dont jouissent les contrées centrales des continents compense à peine les phosphates qui vont à l'Océan

sous la forme d'arbres, d'animaux et de déjections.

Quant aux phosphates des générations humaines, s'ils ne sont pas considérables, ils ne sont pas non plus à négliger. M. Élie de Beaumont a calculé que depuis le temps des Celtes jusqu'à nous, le phosphate de chaux qui a été emprunté au sol et non rendu par les générations qui se sont succédé sur le territoire français, s'élève à deux milliards de kilogrammes.

Cette quantité n'est pas énorme, sans doute, si on la rapporte aux 28 millions d'hectares actuellement cultivés, mais elle devient sensible quand on la considère comme une perte sans compensation.

S'il est donc certain que les os des animaux, dont l'emploi en agriculture date d'hier, pour ainsi dire, ne font rentrer dans le sol qu'une faible fraction de la quantité notable de phosphate qui en sort, il faut nécessairement en trouver de nouvelles sources qui nous aident à prévenir la stérilité dont le sol serait tôt ou tard fatalement frappé. Cette nécessité apparaît impérieuse quand on pense que partout en Europe on a épuisé les ossements qu'on pouvait consacrer à l'agriculture ; que l'Angleterre est allée en chercher sur tous les points du globe, et que, malgré cela, l'élévation de leur prix nous dit assez qu'ils deviennent de jour en jour moins abondants.

Eh bien ! le danger est à peine reconnu que le moyen de le conjurer est découvert, car notre belle France est un des pays qui possèdent les gisements de phosphates les plus considérables qui existent au monde.

§ 115. **Découverte des nodules phosphatés facile-**

ment exploitables. Leurs caractères et leurs propriétés. — L'honneur d'avoir signalé le premier cette richesse appartient à M. Berthier. M. Élie de Beaumont, et bien d'autres géologues français et étrangers, ont fécondé ces premières indications, et il y a à peine quelques années que MM. Demolon et Thurneyssen ont indiqué 39 départements où l'on en trouve d'une puissance et d'une richesse remarquables, et faciles à exploiter.

Ces phosphates naturels ne sont point l'*apatite*, minéral cristallisé connu depuis longtemps des géologues : ils s'offrent à nous, au contraire, sous la forme de rognons ou nodules, qu'on appelle *pseudo-coprolithes*, et dont la forme est irrégulière, bien qu'un peu arrondie. En France, ils abondent principalement dans les différentes espèces de craie et dans une variété particulière de sable vert et d'argile. Plus ces prétendus coprolithes sont colorés, pesants et durs, plus ils sont riches en phosphate ; leur richesse, d'après les nombreuses analyses faites par M. Bobierre, est assez variable. Voici leur composition moyenne d'après ce même chimiste :

	N° 1.	N° 2.
Eau et matière organique quelque peu azotée	7,200	9,210
Chlorure de sodium et sulfate de soude....	traces.	traces.
Carbonate de chaux.....	18,814	5,176
— de magnésie.....	0,855	2,016
Sulfate de chaux.....	traces.	1,161
Phosphate de chaux (Ca^3Ph).....	51,018	45,815
— de magnésie.....	traces.	traces.
— de fer.....	8,902	12,476
— d'alumine..	2,700	6,387
Oxyde de manganèse.....	0,057	0,267
Fluorure de calcium.....	3,161	2,688
Alumine, oxyde de fer, silice, perte.....	7,593	14,804
Azote 33 à 37 dix-millièmes.....	100,000	100,000

Leur densité moyenne est de 2,7. Malgré leur compacité, ils sont quelque peu perméables aux liquides. Une fois pulvérisés, leur faculté d'absorption est de 0,65 à 0,70 de leur volume.

La porosité et la composition des nodules expliquent l'altération que l'air leur fait éprouver. Tandis que, d'après les observations de M. Dehérain, les nodules récemment pulvérisés sont à peine attaquables par l'acide acétique, ils le deviennent très-sensiblement après avoir été exposés à l'air pendant plusieurs mois. Ce qui est vrai pour l'acide acétique l'est également pour l'acide carbonique, et pour les deux acides agissant simultanément, comme il l'est aussi pour toutes les autres substances (sel marin, carbonates et oxalates alcalins, sels ammoniacaux, etc.) douées de la faculté d'attaquer les phosphates insolubles et de les rendre solubles.

Tout fait présumer que l'action de l'air se porte spécialement sur le phosphate de protoxyde de fer qui fait partie des nodules, le fait passer à l'état de phosphate de sesquioxyde, substance qui, beaucoup plus que le phosphate de protoxyde, est attaquable par les divers dissolvants. Cette suroxydation du fer des nodules détermine un mouvement moléculaire dans la masse, mouvement qui a pour résultat d'en augmenter la porosité et de la rendre ainsi accessible aux agents extérieurs, et partant assimilable.

Ceux qui exploitent les nodules pour les livrer sans être pulvérisés ont déjà remarqué que des monceaux de ces matières, exposés longtemps à l'air, se délitent de manière à occasionner des déchets, et que des

masses de poudre de nodules s'échauffaient notablement, en subissant une sorte de fermentation qui rendait les particules de la matière capables d'adhérer entre elles et de former des mottes friables douées d'un pouvoir fertilisant remarquable.

§ 116. **Application des nodules phosphatés à l'agriculture.** — La découverte des phosphates pseudo-coprolithiques *facilement exploitables* venait à peine d'être annoncée, que la science annonçait déjà à son tour leur assimilabilité, et par conséquent leur aptitude à servir d'engrais. Dans un rapport adressé à l'Empereur M. Bobierre affirmait qu'il n'y a aucune comparaison possible entre les roches phosphatiques et les nodules trouvés en France par MM. Demolon et Thurneyssen : Celles-là, disait-il, s'assimilent difficilement ; ceux-ci, « une fois pulvérisés et associés à « des substances organiques, se laissent dissoudre par « l'acide carbonique du sol, et deviennent parfaite- « ment assimilables ; » il terminait en exprimant sa conviction que les nodules de phosphate de chaux, exploités en vue des besoins agricoles, pouvaient avoir une grande portée sur l'agriculture française, et en particulier sur celle des départements de l'Ouest et du Centre. Enfin, à la suite d'expériences précises faites avec une multitude de substances phosphatées, comparables entre elles, M. Bobierre crut pouvoir conclure :

1° Que les nodules de phosphate de chaux des Ardennes, pulvérisés et exposés quelques mois à l'air, sont assimilables par les végétaux ;

2° Que leur action, favorable dans les sols grani-

tiques et schisteux, dans les défrichements de landes et bruyères, peut varier selon qu'on les emploie seuls ou associés à des substances organiques;

3° Qu'il y a convenance tantôt à associer des substances organiques aux nodules pour fertiliser les terres pauvres en agents dissolvants, tantôt, au contraire, à les employer seuls dans les défrichements où abondent les détritus végétaux;

4° Que l'addition du sang aux nodules en poudre fine donne des résultats excellents, au triple point de vue du rendement en grain, de la vigueur de la paille et de la précocité;

5° Que les nodules seuls sont efficaces partout où le noir d'os en grain est utile.

A ces conclusions, si rassurantes pour les agriculteurs et si encourageantes pour les exploitants, vinrent s'ajouter les expériences faites par M. Meugy, à la Mancelière, dans le département d'Eure-et-Loir, avec du phosphate coprolithique qui dosait 42 0/0.

Ce phosphate fut mêlé, par parties égales, avec des cendres noires pyriteuses, et associé à une demi-fumure. La proportion d'engrais phosphaté (10 kilogrammes par are) avait été calculée de manière que le sol recevait la même proportion de phosphate de chaux que s'il s'était agi d'un noir animal de richesse moyenne. Le sol était formé d'une argile jaunâtre à pâte très-fine et mêlé de beaucoup de silex sans trace de chaux.

La récolte en blé fut de 19 litres 1/2 par are, et elle ne fut que de 8 litres 2/3 sur la même terre qui avait été simplement fumée.

La même expérience, répétée sur le même sol chaulé, ne produisit aucun bon résultat : nouvelle preuve de l'incompatibilité de la chaux et des phosphates, et que ceux-ci ne trouveront jamais un bon emploi dans les terrains calcaires, ainsi qu'on le sait depuis longtemps (§ 105).

A ces premières tentatives qu'on pourrait appeler scientifiques en succédèrent d'autres dont le caractère éminemment agricole ne peut être mis en doute. Pendant les deux campagnes de 1857 et 1858, des milliers d'hectolitres de phosphate coprolithique furent employés en Basse-Bretagne sur des défrichements, et les résultats dépassèrent tout ce que l'on en espérait.

Cependant, malgré les affirmations de savants autorisés, et les bons résultats obtenus en pleine terre, et sur une grande échelle, la presse agricole était généralement hostile à l'emploi agricole des nodules. Sans tenir compte des faits les mieux constatés, on affectait de les confondre avec l'*apatite* d'Estramadure, qui est inassimilable, comme on sait, et inapte à servir directement à l'agriculture.

Les faits favorables à l'emploi direct des nodules se multipliant et se succédant sans cesse, ils ont enfin entraîné la presse agricole, et chez elle aujourd'hui l'engoûment a pris généralement la place de l'hostilité.

Quoi qu'il en soit, l'utile action des phosphates coprolithiques sur les cultures, lorsqu'elle est convenablement appliquée, n'est plus douteuse, et l'opi-

nion générale des cultivateurs l'accepte comme un fait incontestable.

Il s'agit maintenant de savoir ce dont il faut se souvenir quand on veut employer les phosphates pseudo-coprolithiques à la place du noir animal.

Les terres qui conviennent le mieux aux phosphates fossiles sont les terres nouvellement défrichées, les terres schisto-granitiques, schisto-argileuses, argilo-granitiques, et toutes non calcaires.

Le phosphate doit être finement et anciennement pulvérisé.

Dans les terres neuves et arides, sur défrichements, les phosphates fossiles peuvent être employés seuls dans une proportion telle que la quantité collective de phosphate terreux s'élève au moins à 300 kilogrammes par hectare, ou 700 kilogrammes de nodules s'ils dosent 45 0/0.

S'il s'agit de vieilles terres, depuis longtemps en culture, il importe que le phosphate fossile soit associé à du fumier ou à toute autre matière organique azotée facile à fermenter, tel que sang, déjections, chairs, etc. La quantité de fumier associé à 500 ou 600 kilogrammes de phosphate fossile (dosant 45 0/0 de phosphate), doit représenter à peu près un tiers d'une bonne fumure, c'est-à-dire 20 à 24 mètres cubes ou 10 à 12,000 kilogrammes. On remarquera que dans ce cas la proportion indiquée du phosphate est moindre que celle destinée aux terres de défrichement; mais le fumier qu'on lui associe apportant lui-même les phosphates et bien d'autres

principes fertilisants, compense et au delà la réduction du poids des nodules.

Dans tous les cas, c'est dans les terres non naturellement calcaires, ou dans celles qui ne viennent pas d'être chaulées que le phosphate fossile produit son plus grand effet.

On ne peut pas se dissimuler que si l'emploi des phosphates fossiles dans les défrichements n'offre aucune difficulté, il n'en est pas de même dans les vieilles terres. La nécessité d'associer le phosphate à du fumier ou à toute autre substance azotée fermentescible constitue une circonstance défavorable à la généralisation de son emploi en agriculture, et elle le place dans un état d'infériorité relativement au noir animal, sous le rapport de la main-d'œuvre.

Il est vrai qu'en répandant du phosphate fossile sur la litière, ou bien en le stratifiant avec du fumier, on pourrait ensuite fumer moins, et obtenir malgré cela de beaux résultats ; mais, pour cela faire, il serait nécessaire d'introduire dans les fermes de nouvelles habitudes, ce qui n'est pas toujours facile.

Il est vrai aussi que l'industrie pourrait livrer à l'agriculture le phosphate fossile animalisé pour les vieilles terres, comme elle livre le phosphate fossile naturel pour les défrichements ; mais il y aurait alors à se demander si la question du prix ne deviendrait pas un sérieux obstacle, tant à cause de la cherté des transports que du peu de phosphates que contiendrait cette espèce de compost.

Il semble difficile qu'avec une matière première ne renfermant que $\frac{8 \text{ à } 9}{20}$ de phosphates, l'industrie puisse

préparer un compost dont la teneur en phosphates est la mesure de sa valeur agricole.

§ 117. **Perphosphate ou superphosphate de chaux des Anglais.** — En Angleterre, on a évité depuis des années toutes ces difficultés et on est parvenu à utiliser les phosphates de toute provenance, même l'*apatite*, dont en France on ne voudrait à aucun prix.

En 1843, le duc de Richmond, attribuant la faculté fertilisante des os moins à leur principe azoté qu'à leur acide phosphorique, eut l'idée de les traiter par l'acide sulfurique, se proposant ainsi de les rendre solubles et par conséquent plus actifs.

C'est de cette manière qu'il prépara, le premier en Angleterre, cet engrais qui est connu aujourd'hui sous le nom de *superphosphate,* ou de *perphosphate*, et qui, suivant le langage des chimistes, se nomme *phosphate acide de chaux.*

Les résultats remarquables que l'on obtint par l'emploi du nouvel engrais du duc de Richmond eurent pour conséquence de restreindre considérablement l'usage direct des os et du noir animal : ces substances, aussi bien que tous les phosphates fossiles ou minéraux, ne furent presque plus employées par les agriculteurs anglais que sous la forme de perphosphate.

Mais on alla encore plus loin, et on ne se limita pas à rendre solubles les phosphates, de quelque provenance qu'ils fussent, mais on voulut encore augmenter l'énergie de leur action en y associant des matières animales et des sels ammoniacaux ;

de sorte que l'agriculture anglaise peut disposer aujourd'hui de plusieurs sortes de perphosphates, dont il est aisé de se faire une idée par les analyses suivantes, que j'emprunte à un travail de M. Way, chimiste de la Société royale d'agriculture de Londres.

ANALYSE DE PLUSIEURS SUPERPHOSPHATES EMPLOYÉS PAR LES AGRICULTEURS ANGLAIS.

	Qualité supérieure.		
	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Humidité	14,71	9,66	3,75
Matière organique et sels ammoniacaux	10,18	14,50	21,35
Phosphate acide de chaux soluble.	18,50	14,34	15,45
Phosphate tribasique de chaux insoluble.	6,35	15,72	1,12
Sable	9,98	2,83	9,72
Sulfate de chaux hydraté	36,63	36,12	40,04
Sels alcalins	3,65	6,83	8,57
	100,00	100,00	100,00

	Qualité inférieure.		
	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Humidité	11,58	11,83	9,18
Matière organique et sels ammoniacaux	8,33	5,21	8,60
Phosphate acide de chaux soluble.	1,61	2,58	2,90
Phosphate tribasique de chaux insoluble	23,45	0,06	18,79
Sable	6,41	5,07	7,41
Sulfate de chaux hydraté	26,69	74,98	50,08
Sels alcalins	21,93	0,27	3,04
	100,00	100,00	100,00

En comparant ces analyses, on voit que la ma-

tière première qui a servi à la préparation de ces différents perphosphates n'était pas toujours de la même nature, et que quelques-unes de ces préparations ne doivent pas leur faculté fertilisante au phosphate soluble qu'elles renferment, ce qui prouve que même en Angleterre il y a des cultivateurs qui achètent les engrais en aveugles et sans plus d'intelligence qu'ailleurs.

§ 118. **Véritable composition du superphosphate de chaux; son mode d'action.** — Lorsqu'on mêle 98 parties d'acide sulfurique concentré du commerce avec 156 parties de phosphate de chaux pur insoluble, les deux tiers de la chaux passent à l'état de gypse (sulfate de chaux), et l'autre tiers passe à l'état de phosphate acide de chaux soluble ; de sorte que le mélange se trouve définitivement formé de 118 kilogrammes de phosphate soluble, et de 154 kilogrammes de sulfate de chaux. En d'autres termes, 100 k. de perphosphate très-pur préparé pour l'agriculture devraient contenir :

43,38 phosphate acide de chaux.
56,62 sulfate de chaux ou gypse.

100,00

Mais il ne peut pas en être ainsi, attendu que les phosphates qui servent à la préparation des superphosphates ne sont jamais purs, se trouvant d'ordinaire associés ou à des carbonates terreux, ou à des substances de nulle valeur. Cependant, les données qui précèdent suffisent pour savoir d'avance quelle sera la composition d'un perphosphate obtenu

au moyen d'un phosphate insoluble à composition connue.

On serait dans l'erreur si l'on croyait que la plus grande et la plus prompte action fertilisante des perphosphates est due directement à leur plus grande solubilité : on se tromperait grossièrement si l'on admettait que la partie soluble d'un perphosphate, étant absorbée par les spongioles des racines, détermine un développement de la plante, plus considérable que celui provoqué par un phosphate insoluble. Si le phosphate acide de chaux (perphosphate) était directement absorbé par les racines, il brûlerait les plantes purement et simplement.

Dès que ce sel acide est introduit dans le sol, il y rencontre de quoi se neutraliser, et il redevient insoluble, mais alors il se trouve à un tel état de division qu'il se prête *par excellence à toutes les décompositions* que les engrais éprouvent dans le sol et dont le résultat définitif est de les rendre assimilables par les végétaux sous des formes nouvelles.

§ 119. **Causes qui s'opposent à l'emploi des perphosphates en France.** — En voyant le succès que les perphosphates ont obtenu en Angleterre, il paraîtra étonnant que ce même engrais soit presque inconnu en France. Il est possible que, lorsque l'apatite de Norwége et d'Espagne, nous arrivera à très-bon marché, on l'utilise chez nous sous la forme de perphosphate, ainsi qu'on le fait chez nos voisins ; mais pour le moment, l'abondance des nodules, l'élévation de leur prix dès qu'ils seraient l'objet d'une manipulation chimique, et la nature spéciale

d'une grande partie de nos terres sont de grands obstacles à l'introduction des perphosphates dans notre agriculture.

D'abord les Anglais qui ne sont pas, tant s'en faut, autant que nous, riches en phosphates fossiles, et qui sont obligés d'aller les chercher au loin, ont tout intérêt d'élever par des artifices la faculté fertilisante de produits qui leur coûtent cher.

Nous autres Français, au contraire, nous nous demanderons toujours à quel prix reviendra pour l'agriculteur le phosphate de chaux, lorsqu'il aura été amené à l'état soluble, comparativement à son prix lorsqu'il est à son état naturel, et puis nous verrons si l'augmentation des récoltes est proportionnelle à l'augmentation du prix.

On trouve aujourd'hui à Paris 100 kil. de nodules en poudre au prix de 5 francs et dosant 45 0/0 de phosphates. Pour en faire du perphosphate il faut faire intervenir 28 kil. 369 grammes d'acide sulfurique à 66°, dont le prix commercial est de 5 francs 63 centimes. On aura ainsi 128 kil. 369 grammes d'un engrais qui coûtera 10 francs 63 centimes, ou 8 francs 28 centimes les 100 kilogrammes : mettons 8 francs 50 centimes à cause de la main-d'œuvre. Ainsi donc le phosphate de chaux de 100 kil. de nodules est représenté par 20 kil. 760 grammes d'acide phosphorique et coûte 5 francs : le phosphate de chaux de 100 kil. de perphosphate provenant de ces mêmes nodules est représenté par 16 kil. 180 grammes d'acide phosphorique et coûte 8 francs 50 centimes ; ce qui revient à dire qu'à Paris l'acide phos-

phorique, sous la forme de perphosphate, coûterait le double que sous la forme de phosphate insoluble ordinaire tel qu'il existe dans les nodules. Il reste à savoir si à dépense égale on obtiendra une meilleure récolte avec le perphosphate qu'avec les nodules.

Enfin, l'expérience ayant démontré que dans les sols de transition, dans les sols schisteux et granitiques, fournis d'une couche végétale puissante, comme on en trouve abondamment en France, les phosphates des os, aussi bien que les nodules, trouvent les conditions favorables pour leur assimilation ; l'expérience ayant également démontré que dans les vieilles terres non calcaires, les mêmes phosphates associés à du fumier, ou à d'autres substances azotées et de nature organique produisent d'excellents résultats, on ne voit pas pourquoi l'usage des perphosphates prendrait chez nous une aussi grande extension que celle qu'il a prise en Angleterre où les conditions sont si différentes.

CHAPITRE XV.

ENGRAIS DE PROVENANCE VÉGÉTALE, GOËMON, TOURTEAUX, ENGRAIS JAUFFRET.

Sommaire. — 120. Pourquoi les débris végétaux peuvent jouer le rôle d'engrais. — 121. Préparation des débris végétaux qui doivent servir d'engrais. 122. Services que rend le *goëmon*. — 123. Différentes manières d'employer le goëmon. — 124. Prompte transformation des débris végétaux en engrais. — 125. Importance des *tourteaux* considérés comme engrais. — 126. Précautions à prendre pour conserver les tourteaux. — 127. Terrains auxquels conviennent les tourteaux. Mode d'application de cet engrais. — 128. Action nuisible que le contact de la poudre de tourteau exerce sur les graines. — 129. A quelles cultures conviennent les tourteaux, et à quelle dose on les emploie. — 130. Comment les *marcs* peuvent devenir de bons engrais. — 131. Importance de l'*engrais Jauffret*. — 132. Préparation de la *lessive* ou du *levain d'engrais*, et des plantes qui doivent être transformées en engrais Jauffret. — 133. Confection de l'engrais. — 134. Simplification de la méthode Jauffret.

§ 120. **Pourquoi les débris végétaux peuvent jouer le rôle d'engrais.** — La faculté fertilisante des déjections et des débris animaux est en raison de leur richesse en azote et en phosphates.

Ainsi, les déjections d'un herbivore sont moins actives que celles d'un carnivore, celles d'un mammifère moins que celles d'un oiseau ; et enfin la chair vaut encore mieux que toute espèce de déjections.

Si toutes ces matières servent d'engrais, à cause de leur azote et de leurs phosphates, les plantes riches de ces principes peuvent jouer le même rôle. Et en effet, de temps immémorial, les cultivateurs savent qu'une récolte enfouie en prépare une autre, tandis qu'une récolte enlevée compromet la suivante, lorsqu'on ne fume pas la terre.

§ 121. **Préparation des débris végétaux qui doivent servir d'engrais.** — Si l'on se souvient de ce que l'on a dit sur la préparation du fumier, on trouvera naturel que l'emploi des végétaux comme engrais soit soumis à certaines règles.

Que l'on compare, par exemple, une graminée à une légumineuse. La première n'emprunte guère d'azote à l'air ; la seconde en emprunte une certaine quantité. En enfouissant la première on introduit sans doute dans la terre des principes de fertilité ; mais, parmi ces principes, on ne doit pas compter l'azote, parce que la graminée a trouvé le sien dans la terre même où l'on va l'enfouir. Mais il n'en est pas ainsi de la légumineuse. Cette plante, par l'ampleur de ses organes aériens, a emprunté de l'azote à l'air, et, en l'enfouissant, on enrichit la terre d'azote qui n'y existait pas auparavant.

Je donnerai un autre exemple : il existe des différences notables entre la structure des divers végétaux ; dans les uns elle est lâche, dans d'autres elle est coriace ; il y en a qui subissent une facile et prompte décomposition ; chez d'autres, au contraire, elle est lente et difficile. On sait qu'une plante grasse se décompose plus facilement qu'une plante résineuse.

Par conséquent, lorsqu'il s'agit de faire servir comme engrais les végétaux ou leurs débris, il ne faut pas oublier que quelques-uns pourront être enterrés purement et simplement, et que d'autres exigeront une fermentation préalable.

Ce que je viens de dire facilite l'intelligence du tableau suivant :

TABLEAU DES VÉGÉTAUX QUI SERVENT SOUVENT COMME ENGRAIS.

Végétaux qu'on fait d'ordinaire fermenter.

Feuilles d'arbres de poirier.	Fougères.
Feuilles d'arbres de peuplier.	Bruyères.
Feuilles d'arbres de hêtre.	Buis.
Feuilles d'arbres de chêne.	Roseaux.
Feuilles d'arbres d'acacia.	Sarments.
Écorces épuisées des tanneries.	Goëmon brûlé.

Végétaux qu'on enfouit étant verts.

Gazon.	Madia sativa.
Lupin.	Navette.
Fèves.	Feuilles de betterave.
Vesces.	Feuilles de carotte.
Spergule.	Feuilles de pomme de terre.
Sarrasin.	

Débris végétaux. — Résidus d'industrie.

Marc de raisin.	Tourteaux de pavot.
— de pomme de terre.	— de noix.
— de pomme à cidre.	— de colza.
— de houblon.	— de chènevis.
Touraillons.	— de coton.
Tourteaux d'arachis	— de faîne.
— de cameline.	Pulpe de betterave.
— de madia.	

La première de ces divisions renferme les plantes dont les feuilles ont une texture très-ferme, et dans lesquelles il faut provoquer un commencement de fermentation pour rendre leur action fertilisante plus prompte. Ce qui n'empêche pas que dans certaines localités, quelques-unes de ces plantes, telles que les fougères et les bruyères, ne soient enterrées toutes vertes, à cause de leur grande abondance.

Pour les feuilles d'arbres et pour les écorces épui-

sées des tanneries, un commencement de fermentation est très-utile, ne fût-ce que pour décomposer le tannin qu'elles renferment.

Le buis n'est pas d'ordinaire soumis à la fermentation ; mais on l'y dispose en l'écrasant.

Dans les localités où le buis est le principal engrais, et où tout le monde peut en prendre à volonté, on le place, pendant quelque temps, dans les voies publiques, où il est foulé et écrasé par les pieds des chevaux et par les voitures. Les rameaux feuillés à l'état vert renferment 1,17 0/0 d'azote, et sont par conséquent deux fois plus riches que le fumier de ferme : on conçoit de quelle ressource doit être le buis pour les contrées escarpées, où les transports des fumiers et des engrais sont difficiles, et où les montagnes sont couvertes de cette plante utile.

§ 122. **Services que rend le goëmon.** — Les agriculteurs des côtes de la Bretagne, de la Saintonge, de l'Aunis, de la Normandie utilisent, depuis les temps les plus reculés, diverses plantes de la famille des algues, connues sous le nom de goëmon. On en fait un usage semblable en Écosse, en Irlande et en Italie pour l'engrais des terres.

Les espèces les plus communes sur les côtes de France sont les *fucus vesiculosus*, *servatus*, *ceramoides*, *distichus* et *longifructus*. On rencontre aussi des *laminaires*, remarquables par leur richesse en principe sucré, et diverses *zostères*. Ces dernières sont peu estimées en Bretagne à cause de leur lente décomposition, mais elles sont fort employées sur le littoral de la Méditerranée.

Ces plantes entraînent avec elles un grand nombre de coquillages et de coralines ; elles sont d'ailleurs riches en sels de soude et de potasse, qui ajoutent à leur faculté fécondante.

D'après MM. Boussingault et Payen, le *fucus saccharinus* sortant de la mer et simplement égoutté contient 0,54 d'azote, et le *fucus digitatus* séché à l'air en contient 1,38. J'ai eu l'occasion en 1857 d'analyser du goëmon qui avait été comprimé par M. Morand, et réduit à un petit volume en vue de le rendre transportable, et je lui trouvai la composition suivante :

ANALYSE DU GOEMON COMPRIMÉ.

Eau	29,00
Sel marin	4,00
Sels alcalins et terreux solubles	1,58
Matières organiques	61,14
Matières minérales insolubles	3,00
Azote	1,28
	100,00

Suivant les analyses de M. Godechens, les cendres de divers fucus renferment plusieurs centièmes d'acide phosphorique, et dans toutes, sans exception, on trouve beaucoup d'alcalis. Ainsi l'analyse a constaté dans 100 parties de cendre

	Potasse.	Soude.
De fucus digitatus	20,66	7,65
— vesiculosus	13,01	9,54
— nodosus	9,13	14,53
— serratus	3,98	18,67

§ 123. **Différentes manières d'employer le goëmon.** — En Angleterre et en Irlande, le goëmon est em-

ployé à l'état vert, et il est enterré aussi vite que possible. Dans ce cas son action est très-énergique, mais de courte durée. Le plus souvent, on le laisse exposé à l'air pendant quelques jours avant de s'en servir, et plusieurs cultivateurs le considèrent comme nuisible s'il n'a pas subi l'influence de quelques pluies légères : car, disent-ils, l'excès de sel qu'il contient peut brûler les racines, surtout si des sécheresses surviennent. En Bretagne, dans le Morvan et en Écosse, le goëmon est stratifié avec du fumier, ou encore mélangé avec des coquillages marins ou des vases de mer. Dans ces conditions son action se prolonge plus longtemps que lorsqu'il est enterré immédiatement à sa sortie de la mer.

En Italie, on n'emploie les zostères qu'après les avoir fait servir comme litière, ou bien encore après les avoir laissées fermenter sous l'action de l'eau pendant plus d'un an.

Quelques cultivateurs n'emploient les goëmons que lorsqu'ils sont secs, et qu'ils ont été lavés par les pluies. Mais, traités de la sorte, les fucus deviennent coriaces, et leur action est alors extrêmement lente ; ce n'est que dans les terres fortes que leur utilité se manifeste, parce qu'ils y jouent le rôle d'amendement dans ce sens qu'en soulevant la terre ils la rendent perméable à l'eau et à l'air.

Dans le Finistère, on introduit dans les terres argilo-siliceuses jusqu'à 60 mètres cubes de goëmon sec, et 80 dans les terres légères. Dans les Côtes-du-Nord, on s'en sert à l'état frais pour le lin à la dose de 15 à 20 mètres cubes.

On remarquera la grande différence entre les proportions de l'engrais, suivant qu'il est frais ou sec. Il est évident que si l'on employait à fortes doses, le goëmon quand il est vert, on introduirait dans le sol une quantité tellement forte de sel marin, que la récolte en serait compromise.

Le goëmon est très-utile aux céréales, au lin, aux pommes de terre et aux cultures maraîchères. Les produits de Roscoff doivent leur célébrité au goëmon, car dans ce pays les fumiers sont très-rares.

Les prairies naturelles, les trèfles et les vignes, fumés avec du goëmon, donnent de mauvais résultats.

§ 124. **Prompte transformation des débris végétaux en engrais proprement dits au moyen de la chaux.** — La seconde division renferme des plantes à texture lâche, qui, même enterrées, se décomposent facilement, et manifestent assez tôt leur efficacité.

Bien que le procédé d'enfouissage des plantes, pour les faire servir comme engrais, paraisse d'une extrême simplicité, il est des cas où il ne peut pas être exécuté, d'abord à cause de la saison, ensuite parce qu'il est souvent impossible de transporter les herbes à distance, pour les appliquer à certains terrains particuliers. Alors, ce qu'il y a de mieux à faire, c'est de les transformer rapidement en engrais dans le voisinage des champs qui les ont produites. Pour cela on a proposé la chaux.

On établit d'abord un lit épais d'environ 35 centimètres des herbes qu'il s'agit de décomposer, on les recouvre d'une mince couche de chaux vive en poudre grossière; on alterne ainsi plusieurs couches

d'herbes et de chaux. Après quelques heures de contact, l'action commence, et elle peut avoir assez d'intensité pour causer l'embrasement. Pour le prévenir, il faut avoir soin de couvrir les tas avec de la terre ou du gazon, que l'on comprime de manière à mettre un obstacle à l'entrée de l'air.

Au bout de vingt-quatre heures, toute la masse peut être utilisée comme engrais.

Nous verrons plus tard que l'emploi de la chaux est la base de tous les procédés secrets qui ont été annoncés pour fabriquer des engrais avec les végétaux sans le concours de matières animales. Du reste, son usage pour détruire la partie ligneuse des plantes et les transformer en engrais est connu depuis longtemps, et il en est question dans les plus anciens livres d'agriculture.

§ 125. **Importance des tourteaux considérés comme engrais.** — La troisième division du tableau renferme les débris et les restes de végétaux ou de quelques-unes de leurs parties, qui ont déjà servi à des opérations industrielles. Il existe une grande différence de richesse en azote, entre les marcs et les tourteaux. Tandis que la proportion de l'azote dans les marcs oscille entre 1/2 pour cent et 1 3/4, elle varie dans les tourteaux entre 4 1/2 et 7. C'est que les tourteaux ne sont que des marcs de graines appauvries d'huile par la pression. Or, c'est dans la graine que se réunit, à l'époque de la maturité, la plus grande partie des principes azotés de la plante ; et comme l'huile, de son côté, ne renferme pas sensiblement d'azote, il en résulte que ce principe réside

en entier dans le tourteau, qui, par cela même, est un excellent engrais. Nous avons fait connaître ailleurs l'analyse des tourteaux les plus employés et les plus communs (§ 90, a).

§ 126. **Précautions à prendre pour conserver les tourteaux.** — La faculté fertilisante des tourteaux peut être compromise par l'humidité, aussi est-il nécessaire de les conserver dans des locaux secs. Quand on est obligé de les garder longtemps sous la forme de pains, il faut les empiler les uns sur les autres en les isolant de manière que l'air puisse circuler autour des piles, et en ayant soin que celles-ci reposent sur un plancher en bois; et lorsque le temps est beau et sec, il importe d'activer l'aération du magasin.

Si les tourteaux à conserver sont pulvérisés, il ne faut pas oublier de les remuer à la pelle de temps à autre, car autrement ils s'échauffent, prennent une teinte brune et perdent leurs propriétés fertilisantes, quand même ils se trouveraient renfermés dans des bâtiments très-secs, et quand même ils seraient secs par eux-mêmes.

C'est dans le but de retarder la fermentation qu'il est nécessaire de n'empiler les tourteaux dans les endroits où ils doivent être conservés que vingt à trente jours après qu'ils sont sortis des presses.

§ 127. **Terrains auxquels conviennent les tourteaux. Mode d'application de cet engrais.** — Les tourteaux conviennent beaucoup aux sols calcaires et aux terres légères, argilo-siliceuses, des climats humides. Dans le Midi on les emploie sur tous les terrains.

D'après M. Boussingault, il conviendrait de putréfier et de délayer le tourteau pour l'appliquer aux terrains argileux. Il arrive que cet engrais, quoique fortement azoté, ne répond pas immédiatement aux espérances de l'agriculteur, lorsque son application n'a pas été accompagnée de circonstances favorables à son action immédiate. Si, par exemple, il vient à pleuvoir dans les deux ou trois semaines qui suivent son introduction dans le sol, l'effet en est certain et immédiat : la sécheresse, au contraire, le suspend, sans l'empêcher toutefois de se faire sentir sur les récoltes suivantes.

Ainsi le succès de la fumure par les tourteaux dépend de l'humidité ou de la sécheresse de la saison ; mais l'azote, que cette fumure introduit dans le sol, produira toujours son effet : ce sera seulement une question de temps.

Dans le Midi, pays sec, l'insuccès de la fumure au tourteau a fait adopter la pratique d'humecter l'engrais avant de le répandre sur le terrain ou avant de l'enterrer. Dans le Nord, pays humide, on se borne à le répandre sur la terre, dix à douze jours avant de semer la graine, ce qui revient évidemment au même.

§ 128. **Action nuisible que le contact de la poudre de tourteau exerce sur les graines.** — A l'occasion de la non-réussite de cet engrais, employé sec au moment des semailles, M. de Gasparin s'est demandé si le blé, en contact avec de la poudre sèche de tourteau, n'en absorberait pas la portion huileuse, et ne deviendrait pas ainsi imperméable à l'eau et à

l'air, deux principes si essentiels à la germination. S'il en est ainsi, l'humectation aurait pour résultat d'amoindrir l'influence pernicieuse de l'huile.

Le savant agronome que nous venons de citer rapporte, à l'appui de son opinion, un fait très-remarquable. Un propriétaire de la Provence, trouvant à son blé une couleur sale, le fit remuer avec une pelle de bois légèrement enduite d'huile. Le grain prit une belle couleur ; mais vendu pour semence, il n'en sortit qu'un petit nombre de plantes, et le vendeur fut condamné à restituer le prix des graines, et à des dommages-intérêts envers l'acheteur.

Il ne reste plus de doute dans l'esprit des agriculteurs sur la mauvaise influence que les tourteaux exercent sur les graines à cause de leur huile : c'est pourquoi il est important d'altérer les parties huileuses de ces engrais avant de les enterrer : à cet effet, on les introduit généralement dans le sol quelques jours avant la semaille, ou bien on les abandonne sur la terre pendant un jour ou deux à la pluie.

§ 129. **A quelles cultures conviennent les tourteaux, et à quelle dose on les emploie.** — C'est surtout aux plantes annuelles et bisannuelles, que les tourteaux sont le plus favorables. Dans les Flandres on les donne principalement au froment, au colza, au lin et au pavot. En Angleterre on les associe à de la poudre d'os, ou à quelque engrais très-phosphaté pour faire réussir les turneps. Dans quelques localités on les donne aussi au chanvre. Quoi qu'il en soit, il conviendra toujours de ne perdre de vue ni la composition des tourteaux dont on voudra se servir, ni

les exigences des plantes auxquelles on les consacre, ni la nature du sol sur lequel on opère. C'est de cette comparaison que ressortira naturellement la notion exacte de la quantité qu'on doit fournir à une surface donnée de terrain. Cette dernière considération, qui est du reste applicable à l'emploi de tous les engrais, explique pourquoi, dans les ouvrages d'agriculture, on trouve que la dose de tourteaux à employer oscille entre 600 et 1,500 kilogrammes par hectare.

Le tableau que nous avons donné plus haut (§ 90, a) sera très-utile à consulter lorsqu'on voudra fixer approximativement la dose des tourteaux. Ainsi, par exemple, 1,000 kilogrammes de tourteaux de colza équivalent par leur phosphate et par leur azote à peu près à 12 ou 13,000 kilogrammes de fumier ordinaire ; mais la même quantité de tourteau d'arachide, par exemple, ne pourrait équivaloir au même poids de fumier qu'en y ajoutant un supplément de phosphates.

L'action des tourteaux, lorsqu'elle n'est pas entravée par des accidents climatériques, s'épuise dès la première année.

§ 130. **Comment les marcs peuvent devenir de bons engrais.** — On désigne sous le nom de marc les résidus de la fabrication du vin, de la bière et du cidre. Tandis que les tourteaux n'ont besoin que d'être pulvérisés pour pouvoir servir comme engrais, les marcs au contraire, avant d'être employés au même usage, doivent subir une fermentation. Ainsi du *marc de raisin ;* avant de l'appliquer à la fertilisation des vignes, des céréales, des prairies, des terres froides

et humides, il faut le laisser fermenter en tas pendant plusieurs mois.

Le marc de *houblon*, qu'on abandonnait jadis, est maintenant employé comme engrais pour les prairies naturelles et artificielles, mais presque toujours après l'avoir arrosé avec de l'urine.

Parmi les résidus de la fabrication de la bière, il faut aussi mentionner les *touraillons* ou les radicelles qui, dans les brasseries, se détachent de l'orge germée. Les propriétés fertilisantes de ce détritus sont presque égales à celles des tourteaux, mais seulement après qu'on l'a arrosé avec du purin, et laissé en tas pendant quelques jours, afin qu'il puisse fermenter.

On emploie le touraillon à la dose de 30 à 40 hectolitres par hectare sur les prairies ou les céréales en végétation.

Quelques auteurs, et entre autres Sinclair, prétendent que pour convertir en bon engrais le marc des pommes à cidre, il faut le mêler avec de la chaux vive et le retourner plusieurs fois : de cette manière, on obtient une masse sèche, d'apparence tourbeuse, facile à manier et très-efficace.

Cette méthode est bonne à suivre lorsqu'il s'agit d'utiliser le marc sur des terres argileuses, schisteuses ou granitiques, et lorsque la chaux n'est intervenue que dans des proportions convenables. Ainsi, un mètre cube de marc doit être mêlé à autant de chaux vive et à 2 ou 3 mètres cubes de terre : le mélange doit être abandonné à lui-même pendant une année, en ayant soin de le remuer tous les deux ou trois mois.

En Normandie et en Bretagne on se borne à les faire fermenter en tas pendant quelque temps, et puis, au moment de s'en servir, on les mêle par moitié à de la terre et on les conduit sur les prairies, les colzas ou les céréales, ou bien encore on les utilise au printemps pour les pépinières.

A titre de renseignement nous croyons utile de faire connaître la composition de ces différents marcs sous le rapport de l'eau et de l'azote qu'ils renferment.

	Eau.	Azote.
Marc de raisin du Midi, à l'état normal....	48 0/0	1,7 0/0
— de raisin du Nord —	68	0,6
— de houblon..... —	73	0,5
— de pommes, desséché à l'air..... ...	6,5	0,6
Touraillons, à l'état normal.....	6,0	4,5

§ 131. **Importance de l'engrais de Jauffret.** — C'était en Provence que devait naître Jauffret, l'apôtre et le martyr des engrais. Son pays, pauvre en bestiaux, manquant de fourrages et par conséquent d'engrais, voyait son élan agricole arrêté par les effets du sol et du climat ; mais, auprès de ces terres épuisées, existaient de vastes espaces couverts de végétaux sauvages, d'arbustes, de roseaux : les habitants entassaient ces plantes et provoquaient leur fermentation en les humectant, puis ils les employaient comme engrais.

Jauffret perfectionna cette méthode en substituant à l'eau une lessive composée avec des fumiers animaux et différentes substances salines.

Le but principal du cultivateur provençal, qui a donné son nom à la nouvelle méthode, était de conver-

tir en fumier une foule de mauvaises plantes, plus ou moins ligneuses, qu'on néglige habituellement, et d'utiliser toutes les matières organiques qui restent sans emploi dans les fermes. Il voulait créer, sans le secours des bestiaux, un engrais qui pût suppléer au manque des fumiers ordinaires, et il voulait rendre ainsi à l'agriculture un service incontestable, qui aurait dû être récompensé autrement que par la misère ; car, bien que le plus souvent l'engrais Jauffret coûte plus cher que le fumier ordinaire et soit un peu moins actif, il n'en est pas moins vrai que, dans quelques circonstances, il peut être une grande ressource.

Dans la plupart des exploitations, on n'a jamais assez de fumier de litière ; et, comme presque toujours il est facile de se procurer une foule de mauvaises plantes et de détritus de peu de valeur, il convient de faire usage de la méthode Jauffret. C'est, lorsque les plantes que l'on aura à sa disposition seront ligneuses, qu'elle sera utile pour convertir très-rapidement ces matières en engrais ; autrement, leur emploi à l'état naturel serait fort incommode, et leur décomposition dans le sol très-lente.

L'idée de Jauffret n'était pas nouvelle, puisqu'on en trouve le germe dans beaucoup d'ouvrages d'agriculture ; mais cette idée avait le mérite de fixer l'attention des praticiens sur les moyens les plus faciles et les plus prompts de tirer parti de matières souvent perdues ; elle avait le mérite de montrer aux cultivateurs l'utilité d'introduire dans leurs habitudes, de l'ordre et une économie qui, malheureusement n'existent nulle part, en France, dans le traitement des

fumiers, et certainement elle ne devait pas procurer à son auteur la misère et l'abandon. Bien des idées moins fécondes ont été mieux récompensées.

§ 132. **Préparation de la lessive ou du levain d'engrais, et des plantes qui doivent être transformées en engrais.** — On pratique une excavation sur un terrain exposé au midi et bien battu : cette excavation doit être rendue imperméable par un moyen quelconque. On la remplit à moitié d'eau, et on y introduit en même temps toute sorte de plantes herbacées telles que orties, pariétaire, euphorbe, bourrache, consoude, cystes, buis, genêts, bruyères, feuilles de toute provenance, etc., etc., en assez grande quantité pour que l'excavation en soit presque pleine : on ajoute ensuite à cette infusion 5 kilogrammes de chaux vive et 160 grammes de sel ammoniac : on remue de temps en temps la masse avec un bâton terminé par un crochet en fer, et on achève le remplissage avec des balayures et des eaux de cuisine. La fermentation qui s'établit au bout d'un certain temps produit un liquide très-chargé de substances organiques, que Jauffret a appelé *levain d'engrais* ou *eau saturée*, et qui est destiné à humifier et à transformer en fumier les parties ligneuses sur lesquelles il agira par la suite.

Si ces plantes sont de nature ligneuse, elles doivent être hachées, broyées, pour qu'elles soient facilement pénétrées par le levain.

§ 133. **Confection de l'engrais.** — De toute cette matière végétale, on fait un tas près de l'endroit où la meule d'engrais doit être construite. Ensuite on in-

troduit dans un tonneau, dit *tonneau à lessive*, une partie du levain et les substances suivantes dont les proportions sont celles que réclament 500 kilogrammes de paille, ou 1,000 kilogrammes de plantes ligneuses pour être transformées en fumier.

Matières fécales et urine..... ..	100 k.	(1)
Suie de cheminée.....	25	
Plâtre en poudre.....	200	(2)
Chaux vive.....	30	
Cendres de bois non lessivées...	10	(3)
Sel marin.....	0,500	(4)
Salpêtre.....	0,320	
Levain d'engrais ou suc de fumier provenant d'une précédente opération.....	25 litres.	

On achève d'introduire dans le tonneau la quantité de levain nécessaire pour qu'il y ait assez de liquide propre à l'humectation des pailles. Alors on jette les végétaux déjà préparés dans un cuvier où se trouve de la lessive aussi boueuse que possible ; on les foule pour qu'ils s'imbibent, on les retire et on en forme une couche. On recommence la même opération avec de nouvelles plantes et on constitue par lits successifs, bien comprimés et bien arrosés, un tas de la hauteur de 2 mètres et demi.

Dès que le tas est achevé, on sort du cuvier toutes les matières boueuses restées au fond et on le dépose uniformément sur le tas, sur lequel on versera tout

(1) Ou 250 kil. d'excréments de chevaux, bœufs, vaches, porcs, ou 50 kil. de crottin de mouton.

(2) Ou 100 kil. de limon de rivière, vase de mer, marne, etc.

(3) Ou 1 kil. de potasse, ou 25 kil. de cendres lessivées.

(4) Ou 100 litres d'eau de mer.

le liquide qui s'en est écoulé, et que l'on doit avoir eu le soin de recueillir : finalement on couvre le tas avec de la paille, ou des planches ou des herbes, et on en bat le pourtour avec le plat d'une pelle en fer pour y rendre très-difficile l'accès de l'air.

Après 48 heures la température de l'intérieur du tas, s'élève à 20°, et le surlendemain à 30 ou 40°. Dès le cinquième jour, si l'écoulement du jus a cessé, on pratique un premier arrosement : à cet effet, on enlève la couverture de la meule, on retourne sa surface et on arrose avec le liquide écoulé, ou avec de *l'eau saturée;* ensuite on place de nouveau la couverture.

Le septième jour, on découvre le tas, on monte dessus et, avec une barre de fer, on y fait des trous d'un mètre de profondeur qu'on remplit de lessive : on ferme les trous et l'on recouvre de nouveau le tas.

Le neuvième jour on répète cette dernière opération en pratiquant toutefois des trous plus profonds.

Enfin, entre le douzième et le quinzième jour, le fumier se trouve prêt pour être conduit sur les terres fortes. S'il devait être appliqué sur des prairies, on le laisserait se consommer pendant un mois entier.

Cependant, si le tas est formé d'herbes, il faudra y arrêter la fermentation dès que sa température aura atteint les 55°, ou bien on l'arrêtera à 75° s'il se compose de matières ligneuses.

On arrête la fermentation par un fort arrosement, et chaque arrosement doit être fait ou avec les liquides qui se sont écoulés du tas, ou avec de la lessive, et jamais avec de l'eau seulement.

§ 134. **Simplification de la méthode Jauffret.** — Quelque utile que soit la méthode que nous venons de décrire, il n'en est pas moins vrai qu'elle est d'une exécution assez compliquée et que le produit revient cher. Aussi a-t-on proposé des modifications que l'expérience a justifiées. De Chambray, par exemple, est parvenu à convertir en excellent fumier 600 kilogrammes de bruyères, de genêt, d'ajonc marin, de ronces, et 300 kilogrammes de pailles, en se servant d'une lessive composée de

75 litres de matières fécales.
— de chaux.
— de colombine.
— de cendres.

De son côté, M. Donker sortait le fumier des étables tous les deux jours, et il le mêlait sur les tas avec des bruyères et des ajoncs. Lorsque la couche avait la hauteur de $0^{m},66$, il l'arrosait, à quelques jours de distance et jusqu'à ce qu'elle fût bien imbibée, avec une lessive analogue à celle de Jauffret. Au bout de quelques jours la température intérieure du tas s'élevait à 60 et 80°. Le fumier préparé de la sorte était bien meilleur que celui auquel on se serait contenté d'ajouter des bruyères, des ajoncs, ou toute autre plante adventice.

Pour être juste, il faut remarquer que ces modifications s'éloignent singulièrement de la pensée primitive de Jauffret, dont le but était de procurer du fumier là où il n'y avait pas de bétail, et d'utiliser à cet effet toute sorte de plantes. Or de Chambray exclut de son fumier artificiel les plantes arborescentes, et M. Donker, loin de faire du fumier de toutes

pièces, ne vise qu'à augmenter la quantité du fumier qu'il tire des étables.

CHAPITRE XVI.

NITRATES ET SELS AMMONIACAUX.

Sommaire. — 135. Principales sources des *nitrates commerciaux*. — 136. La nature est prodigue de nitrates. — 137. Provenance des nitrates. — 138. Faculté fertilisante des nitrates. — 139. Faculté fertilisante des *sels ammoniacaux*. — 140. Ce que c'est que l'ammoniaque; sa présence dans les eaux.

C'est moins pour recommander l'emploi direct des nitrates (dont l'utilité est reconnue par tous les agriculteurs) que pour attirer l'attention sur les conditions favorables à la formation spontanée de ces substances douées d'une faculté fertilisante si remarquable, que je leur consacre quelques mots.

Leur prix est trop élevé en France pour que l'usage s'en généralise. En effet, le prix du nitrate de soude du Pérou n'est jamais descendu au-dessous de 40 francs, et souvent il est de 50, quoique sa richesse en azote ne soit que de 16 1/2 0/0.

§ 135. **Principale source des nitrates commerciaux.** — C'est dans la province de Tarapaca, située entre le 19e et le 22e degré de latitude australe, qu'on rencontre, à 32 ou 40 kilomètres de la côte, des amas de *nitrate de soude*, de *sel marin* et de *borax*. La *Pamba del Tamaragual*, élevée environ de 1,000 mètres au-dessus du niveau de l'océan Pacifique, présente des gîtes de salpêtre qui paraissent intarissables, quoiqu'ils ne s'étendent pas à 24 kilomètres au delà de la plage.

Les Péruviens appellent *caliche* un mélange de sable et d'argile contenant de 20 à 65 0/0 de nitrate de soude. Le caliche blanc cristallisé est du salpêtre, parfois si dur qu'il faut employer la poudre pour l'exploiter. Souvent le caliche forme des couches de 2 à 3 mètres de puissance sur un développement de 80 à 400 mètres : pour en extraire le nitrate, on le traite par l'eau bouillante ; la dissolution est évaporée, et quand le sel est sec, il est expédié en Europe ou aux États-Unis.

Dans les cinq dernières années de 1850 à 1854 l'exportation a dépassé 3 millions de quintaux (poids espagnols).

Voilà la source naturelle la plus abondante, et l'on peut ajouter la plus merveilleuse. Mais d'autres sources existent encore, beaucoup plus modestes sans doute, mais dont l'utilité ne peut être contestée.

§ 136. **La nature est prodigue de nitrates.** — Depuis Bergmann jusqu'à nos jours, plusieurs chimistes ont observé la présence constante de nitrates dans les eaux pluviales, dans les brouillards, dans la rosée, en un mot dans toutes les eaux météoriques, même en l'absence de toute influence électrique. La même observation a été faite pour les eaux des lacs et étangs, des fleuves et rivières, des sources et puits, des terres et engrais minéraux ou amendements. De façon que l'on peut dire que les nitrates sont les substances les plus répandues dans la nature. Il est vrai que les proportions qu'on y a constatées sont très-faibles, mais quand on pense à la masse des eaux et des terres où la présence des nitrates ne fait

jamais défaut, on voit de suite que la quantité absolue de ces substances est immense.

Ainsi M. Bineau, par des observations suivies pendant les années 1852 et 1853, sur l'eau recueillie à l'observatoire de Lyon, a montré que chaque litre de ce liquide contenait un milligramme d'acide azotique correspondant à 0,00187 de salpêtre ou d'azotate de potasse et que, vu la quantité d'eau tombée pendant l'année, chaque décimètre carré de terre s'était trouvé enrichi de 7 milligrammes d'acide nitrique correspondant à 13 milligrammes de salpêtre. M. Barral, de son côté et antérieurement à M. Bineau, avait fait des observations analogues sur l'eau de pluie recueillie à l'observatoire de Paris, et il y avait constaté, en 1851, 13 milligrammes et demi, et en 1852 9 milligrammes d'acide nitrique par litre; mais évidemment ces quantités sont exagérées, attendu que l'atmosphère de Paris doit renfermer les produits qui s'échappent de ses nombreuses usines. Cette remarque est également applicable aux résultats obtenus par M. Bineau lui-même. En effet, les quantités d'acide nitrique trouvées par ce chimiste dans l'eau tombée en pleine campagne, à la Saulsaie, par exemple, sont encore plus faibles que celles des pluies de Lyon.

Les recherches de M. Boussingault sur ce sujet ne se sont pas limitées seulement à la pluie, mais elles ont été étendues à la neige, à la grêle, au brouillard et à la rosée, c'est-à-dire à toutes les eaux météoriques: et comme ses observations ont été faites au Liebfrauenberg, loin des centres de population, dans

une contrée très-boisée, sur le versant d'une ramification des Vosges, leurs résultats méritent de fixer l'attention des agriculteurs, puisqu'ils ne peuvent entraîner aucune illusion : c'est pourquoi je les réunis dans le tableau suivant :

ACIDE AZOTIQUE, EXPRIMÉ EN NITRATE DE POTASSE, CONTENU DANS UN MÈTRE CUBE D'EAU MÉTÉORIQUE D'APRÈS LES OBSERVATIONS DE M. BOUSSINGAULT.

	Nitrate de potasse contenu dans un mètre cube de liquide.	
	gr.	
Pluie recueillie entre juillet et septembre des années 1856 et 1857	0,3447	
Neige du 27 au 28 novembre 1857	0,7900	
Grêle mêlée de pluie, tombée le 5 août 1857	0,5400	
Brouillards d'octobre et novembre 1857	1,9254	(1)
Rosée recueillie sur du trèfle le 21 et le 22 octobre 1857	2,0977	
Rosée recueillie sur le pluviomètre, du 11 au 12 octobre 1857	0,1122	

Je ne puis me dispenser, avant d'aller plus loin, de rapporter une réflexion très-instructive faite par M. Boussingault à propos de la rosée.

Depuis plusieurs années on n'avait éprouvé une chaleur aussi persistante que celle de 1857 au Liebfrauenberg : il ne pleuvait qu'à de longs intervalles. Trois plantes seulement résistaient aux effets désastreux de cette sécheresse ; le froment, la vigne et le tabac. Les feuilles de betteraves, des pommes de terre, des topinambours étaient pendantes et flétries durant ces chaudes journées ; néanmoins, le matin, on les trou-

(1) Un brouillard qui enveloppa une partie de Paris entre 8 et 10 heures du soir, le 19 décembre 1857, contenait dix fois plus d'acide nitrique.

vait redressées, vivaces, fermes sur leurs tiges, mais, chose remarquable, il n'en était pas ainsi pour celles qui étaient abritées sous les pruniers plantés au milieu des champs ; elles étaient aussi souffrantes le matin que le soir.

Cette différence prouve l'influence heureuse de la rosée pendant les sécheresses estivales, et l'influence fâcheuse des arbres plantés au milieu des terres labourées. Servant d'écran aux plantes qu'ils recouvrent, ils les abritent de la rosée, et les privent ainsi d'un bienfait dont parfois peut dépendre leur existence.

Dois-je ajouter que l'influence des pommiers ne diffère nullement de celle des pruniers?

Les quantités de nitrates contenues dans les eaux terrestres varient suivant les conditions géologiques des contrées où les eaux circulent ou stationnent. Ainsi, d'après les expériences de M. Boussingault, les eaux des lacs creusés dans la *syénite* n'en ont offert que des traces; celles qui sortent du *grès rouge des Vosges* n'en contiennent pas plus d'un demi-gramme par mètre cube, tandis que dans les terrains calcaires, et dans les terrains granitiques riches en feldspath, les eaux des sources et des rivières renferment une proportion de salpêtre qui varie de 6 à 60 grammes par mètre cube ; l'eau d'un puits foncé dans un sol granitique près Castres a donné par mètre cube, sans cesser d'être potable, jusqu'à 204 grammes de salpêtre.

Pour abréger, je vais indiquer les quantités extrêmes d'acide nitrique (considéré comme nitrate de potasse) que M. Boussingault a trouvées dans diverses

eaux naturelles, dans quelques terres cultivées, et dans quelques amendements.

	PAR 1,000 KILOGRAMMES.	
	Maximum. gr.	Minimum. gr.
Lacs et étangs (1).....	1,496	0,1870
Fleuves et rivières (2).....	21,131	0,738
Sources (3).....	617,661	0,187
Puits (4).....	2216,500	154,600
* Potagers (5).....	951,100	4,106
Forêts (6).....	8,700	0,400
Prairies (7).....	3,400	0,700
Pâturages (8).....	6,400	1,700
Vignes (9).....	3,400	0,700
Houblonnières (10).....	600,000	1,800
Terres cultivées pour céréales et plantes javelées (11).....	97,000	0,400
Serres (12).....	494,000	50,000
Marnes (13).....	15,000	3,800
Craies (14).....	9,000	
Plâtres (15).....	140,200	0,500

A ces amendements on pourrait ajouter les engrais de provenance animale, qui renferment presque tous

(1) Lac de Sever (Haut-Rhin).
(2) Ourcq, au-dessus du bassin de la Villette.
(3) Butte, à Montmartre.
(4) Rue Saint-Landry, 16, à Paris.
(5) Liebfrauenberg (Bas-Rhin).
(6) Haten, bords du Rhin (terre de bruyère).
(7) Bords de la Saüer (Bas-Rhin).
(8) Près de Roedesdorff (Jura).
(9) Liebfrauenberg.
(10) Bords de la Saüer.
(11) Champ de topinambours (Mertzwiller).
(12) Serre du grand pavillon du Jardin des plantes.
(13) Carrières de Chaumont, près Paris.
(14) Meudon, galerie supérieure.
(15) Carrières Saint-Denis, Montmartre, couche inférieure.
* Les terres et les matières minérales sont considérées à l'état sec.

des nitrates : ainsi les guanos naturels et artificiels, les poudrettes, les composts, le noir animal et le fumier en contiennent des proportions quelquefois notables.

§ 137. **Provenance des nitrates.** — Le phénomène remarquable de la formation spontanée des nitrates n'a jamais été expliqué dans toute sa généralité.

Il est évident que les eaux météoriques, en traversant l'atmosphère pour tomber sur la terre, trouvent des nitrates dans l'air qu'elles dissolvent et entraînent. On conçoit la formation des nitrates, ou, pour parler avec plus de précision, la formation de l'acide nitrique dans l'atmosphère, quand on pense que de l'azote et de l'oxygène (ces deux éléments de l'air) soumis simultanément à l'action de l'électricité peuvent se combiner et donner naissance à cet acide qui, lui aussi, renferme les mêmes éléments que l'air : de plus l'électricité et peut-être plusieurs autres causes non encore bien déterminées, ont la propriété de constituer l'oxygène dans un état d'activité comburante extraordinaire (ozone), et alors ce corps oxyde et transforme en acide azotique l'ammoniaque qui s'exhale de la surface de la terre. Or on sait que dans le sein de l'atmosphère il s'accomplit très-souvent des phénomènes électriques, et pour certaines latitudes, ils ont lieu à chaque instant : leur corrélation avec la formation de l'acide nitrique dans les airs, et avec la présence de cet acide dans la pluie, la rosée, la grêle est donc évidente.

Quant aux nitrates des eaux terrestres, on en voit l'origine non-seulement dans cette portion apportée

sur le sol par les eaux météoriques, mais dans l'autre portion qu'elles rencontrent en pénétrant dans le sol et en le parcourant dans tous les sens.

Mais comment l'acide nitrique et par conséquent les nitrates se forment-ils dans le sol ? Ce que nous avons dit en parlant du *terrain artificiel des fermes* (§ 39) suffit pour expliquer la formation spontanée des nitrates dans le sol. Partout où se trouveront réunies des bases alcalines ou terreuses (potasse, soude, chaux, magnésie), des matières organiques azotées, et pouvant par leur décomposition donner naissance à de l'ammoniaque, il se formera des nitrates alcalins dans les pays chauds, et des nitrates terreux, dans les pays tempérés ou froids, pourvu qu'il y ait le concours de certaines conditions de porosité, d'humidité et d'aération ; et là même où les matières organiques font défaut, on trouve une cause de nitrification dans l'ammoniaque qui accompagne constamment l'acide azotique dans les eaux météoriques. Mais la terre arable réunissant toutes ces conditions, surtout quand elle est marnée, fumée, labourée et drainée, elle doit nécessairement contenir des nitrates, dans des proportions plus ou moins notables.

Si la formation des nitrates dans les terres labourées est facile à expliquer, il n'en est pas de même pour les terres non labourées, et notamment pour celles qui, éloignées de toute végétation, ne contiennent point de terreau. Dans certaines contrées des pays chauds la formation des nitrates est si prompte et si abondante qu'il est impossible d'en attribuer la cause à la présence de l'ammoniaque atmosphérique

ni à celle des substances organiques azotées. Pourra-t-on jamais rattacher à ces deux conditions réunies la quantité incalculable de nitrate de soude que l'on trouve au Pérou et qui paraît se reproduire en partie du moins à mesure qu'on l'exploite !

Quoi qu'il en soit de ce problème si difficile à résoudre, toujours est-il qu'il ne peut rester de doute dans l'esprit des agriculteurs sur la formation spontanée des nitrates dans le sol arable, et sur les conditions qui la favorisent ; et dès que nous aurons montré la faculté fertilisante des nitrates, nous aurons en même temps rendu évident pourquoi en chaulant, en fumant et en drainant la terre, on la rend féconde.

§ 138. **Faculté fertilisante des nitrates.** — Les nitrates ont toujours été considérés, même par les anciens, comme des engrais très-énergiques. Les agriculteurs anglais, qui peuvent se procurer le nitrate de soude du Pérou à bon marché, en font un usage considérable, et tous les essais tentés en France n'ont fait que confirmer ce que l'on savait sur la haute faculté fertilisante de cette substance.

Avant les expériences de M. Boussingault, on expliquait l'action fertilisante des nitrates en admettant que l'azote de ces corps passait à l'état d'ammoniaque sous l'influence réductrice de la fermentation des substances organiques, et que c'était sous cette forme que les racines l'absorbaient ; mais aujourd'hui que l'on sait, grâce à M. Boussingault, qu'une graine qui germe dans un sol artificiel, en l'absence de toute matière organique, et où se trouvent cependant des nitrates alcalins, du phosphate de chaux, et des sili-

cates (substances qui appartiennent toutes, sans exception, au règne minéral), produit une plante aussi complète que si elle avait germé dans un sol normal bien fumé, on est autorisé à conclure que les nitrates sont absorbés directement par les plantes, et concourent simultanément avec le phosphore, le carbone, la chaux et l'acide silicique à l'élaboration des tissus ; de façon qu'il serait presque permis de demander si, vu la facilité avec laquelle l'ammoniaque se nitrifie sous l'influence des actions oxydantes, ce ne serait pas plutôt l'ammoniaque qui se changerait en nitrate avant d'être absorbée par les racines. Mais comme d'un autre côté l'ammoniaque ou les sels ammoniacaux sont à leur tour doués d'une grande faculté fertilisante, il est indifférent, pour la pratique, de savoir si réellement c'est l'ammoniaque qui se transforme en acide nitrique, ou l'acide nitrique en ammoniaque. Ce qui importe aux agriculteurs, c'est de savoir que les nitrates sont des engrais aussi importants que les sels ammoniacaux.

Si le prix des nitrates venait à baisser au point de rendre pratique l'emploi de ces sels, il ne faudrait pas oublier : 1° que ne pouvant agir que par leur azote et par les alcalis qu'ils renferment, les nitrates ne seront jamais que des engrais incomplets, et inaptes par conséquent à remplacer le fumier ; 2° que le nitrate de potasse renfermant 13,78 p. 100 d'azote et celui de soude 16,42, des poids égaux de ces deux sels ne peuvent pas être des poids équivalents.

§ 139. **Faculté fertilisante des sels ammoniacaux.** — Il en est des sels ammoniacaux comme des

nitrates. Leur action fertilisante est incontestable, mais leur emploi est jusqu'à présent impraticable parce qu'il est trop coûteux. Il est inutile de produire ici toutes les expériences qui ont été faites sur les sels ammoniacaux considérés comme engrais. Les résultats ont été conformes et ils ont mis en pleine évidence les propriétés fertilisantes de ces sels.

Aussi les agriculteurs doivent-ils attacher aux engrais artificiels d'autant plus de prix qu'ils contiennent plus de sels ammoniacaux ; fait facile à vérifier, car en les mêlant avec un peu de chaux vive et en les humectant ils dégagent de l'ammoniaque reconnaissable à son odeur particulière. Plus cette odeur sera forte, plus sera grande la quantité des sels ammoniacaux contenue dans l'engrais essayé ; mais il importe aussi de ne pas oublier que les engrais riches en sels de cette nature sont doués d'une action rapide, par conséquent non durable, à moins qu'avec les sels ammoniacaux ils ne contiennent aussi de l'azote engagé dans des combinaisons organiques à décomposition lente.

Il est bon de remarquer qu'à égalité d'azote les sels ammoniacaux ne peuvent pas fertiliser autant que les nitrates, car dans les premiers l'azote seul agit, tandis que dans les nitrates, l'action de ce principe s'ajoute à celle des alcalis.

J'insiste sur cette circonstance, car rarement les agriculteurs se rendent un compte exact de ces différences entre engrais et engrais. Ainsi je suppose 100 kilogrammes d'azote sous forme de sulfate d'ammoniaque, et la même quantité sous forme de nitrate de soude ;

dans ce dernier cas il y a avec l'azote 221 kilogrammes de soude qui ne peuvent manquer d'exercer, pour leur compte, une influence sur la récolte : dans le sulfate d'ammoniaque rien n'agit que l'azote.

Ce que je viens de dire est applicable spécialement au sulfate et à l'hydrochlorate d'ammoniaque, c'est-à-dire aux deux sels ammoniacaux les plus communs dans le commerce ; mais il ne s'applique pas au carbonate, au phosphate et au nitrate d'ammoniaque. En effet, le carbonate d'ammoniaque, qui de tous les sels ammoniacaux paraît être le premier par ordre d'assimilabilité, apporte à la plante non-seulement de l'azote, mais encore du carbone : le phosphate d'ammoniaque introduit dans les végétaux à la fois de l'azote et du phosphore, c'est-à-dire les deux principes les plus importants de l'organisation ; enfin, le nitrate d'ammoniaque participe de la double nature des nitrates et des sels ammoniacaux. Sous le rapport de l'azote, ce dernier sel est le plus important, car il en est le plus riche. 100 kilogrammes de nitrate d'ammoniaque en renferment 35 d'azote. Ce sel si azoté est précisément celui qu'on trouve dans les eaux météoriques et dans toutes les eaux naturelles où il y a de l'ammoniaque ; ce qui est concevable quand on réfléchit que ces mêmes eaux, renfermant de l'acide nitrique, ne pourraient pas renfermer en même temps de l'ammoniaque sans que ces deux corps entrassent en combinaison.

La présence du nitrate d'ammoniaque dans les eaux naturelles m'amène à dire quelques mots sur la diffusion de l'ammoniaque dans la nature.

§ 140. **Ce que c'est que l'ammoniaque : sa présence dans les eaux.** — Le principal motif qui me décide à parler de la présence de l'ammoniaque dans les eaux naturelles, c'est de préparer de plus en plus l'esprit des agriculteurs à entendre avec intérêt ce que je dirai plus tard sur les irrigations, et à considérer l'eau comme une sorte d'engrais liquide auquel on ne prête pas l'attention qu'il mérite.

Mais pour peu qu'on dise sur un pareil sujet, il est nécessaire de connaître préalablement quelques propriétés de l'ammoniaque; faute de cela, on s'expliquerait difficilement les irrégularités de sa distribution.

L'ammoniaque est un corps aériforme ou gazeux, et doué d'une grande solubilité. En vertu de sa forme gazeuse, l'ammoniaque tend à abandonner ses dissolutions pour rentrer dans l'air. Son odeur est très-forte et provoque le larmoiement, sa saveur rappelle celle de la lessive. Elle se comporte vis-à-vis de certaines matières colorantes, et des acides, comme la potasse et la soude; aussi verdit-elle le jus des violettes et entre-t-elle en combinaison avec tous les acides pour former des sels. Cette dernière propriété explique pourquoi il est difficile de rencontrer soit dans l'air, soit dans les eaux, soit dans le sol, et même dans les engrais de l'ammoniaque isolée : elle s'y trouve le plus souvent en partie à l'état de nitrate, en partie à l'état de carbonate, et cela parce que dans l'air, dans l'eau, dans le sol et dans les engrais on trouve généralement de l'acide nitrique et de l'acide carbonique.

Combinée avec ce dernier acide, elle forme le carbonate d'ammoniaque qui est un sel très-volatil, assez

soluble, dont l'odeur rappelle celle de l'ammoniaque elle-même, et que les plantes paraissent absorber directement, à en juger par la rapidité de ses effets sur la végétation.

Enfin, 100 parties d'ammoniaque en poids en renferment 82,35 d'azote.

Depuis que Théodore de Saussure annonça, en 1804, que l'air renfermait des traces d'ammoniaque, il fut facile de prévoir que les eaux météoriques, et par conséquent les eaux terrestres et le sol lui-même, devaient en contenir également des traces. L'expérience ne tarda pas à confirmer ces prévisions, car, en 1825, Brandes constata dans la pluie, et, plus tard, M. Liebig, dans les eaux météoriques, la présence des sels ammoniacaux. Mais c'est à M. Barral qu'appartient l'honneur d'avoir dosé le premier la quantité d'ammoniaque contenue dans la pluie, et d'avoir ainsi introduit dans la question de l'ammoniaque atmosphérique la notion de quantité sans laquelle il aurait été impossible de reconnaître les limites d'action que ce corps, fourni par les météores et les eaux, exerce sur la végétation.

Il serait trop long si je voulais parler de tous les travaux qui ont été faits dans cette voie ouverte par M. Barral; je ne parlerai pas non plus de ceux de M. Barral lui-même, car, ayant été faits sur la pluie de Paris, ils ont donné des résultats dont les conséquences ne peuvent pas être d'une application générale.

Je me bornerai donc à résumer les recherches de M. Boussingault, car ce savant expérimentateur, ayant imaginé des méthodes très-délicates d'analyse,

et les ayant appliquées non-seulement aux eaux météoriques, mais aux eaux terrestres, est parvenu à des résultats généraux du plus haut intérêt.

Voici le tableau des quantités extrêmes d'ammoniaque constatées par M. Boussingault dans les différentes eaux.

	AMMONIAQUE contenue dans un mètre cube d'eau.	
	Maximum.	Minimum.
	gr.	gr.
Pluies continues recueillies en rase campagne.	3,380	0,130
Pluies d'orage —	0,690	0,150
Bruines.....	3,380	1,350
Pluies et grêle.....	0,990	0,540
Rosées.....	6,500	1,060
Givre (une seule observation).....	1,240	1,240
Brouillards.....	7,211	2,560
Neiges tombées à Paris.....	1,780	0,700
Neige ramassée dans un jardin (une seule observation).....	10,340	10,340
Eaux de rivières.....	0,490	0,030 (1)
Eau du lac d'Enghien (une seule observation)..	0,070	0,070
Eaux de sources.....	0,070	0,030
Eau du puits artésien de Grenelle (observation unique).....	0,230	0,230
Eaux de puits de Paris.....	34,300	0,100
Eaux d'autres puits éloignés de grands centres de population.....	3,840	0,020
Eau de mer prise à Dieppe (observation unique).....	0,200	0,200

Il ressort de ce tableau un fait singulier que certaines considérations vont expliquer. Les eaux qui circulent à la surface du sol renferment beaucoup

(1) M. Boussingault a trouvé 2,610 d'ammoniaque dans un mètre cube d'eau de la Bièvre, prise au Pont-aux-Tripes, à Paris.

plus d'ammoniaque que les eaux météoriques, et si, au lieu de considérer les proportions extrêmes consignées dans ce tableau, on considère chacune des expériences de M. Boussingault, on trouve qu'un mètre cube d'eau de rivière renferme en moyenne $0^{gr},170$ d'ammoniaque, et que les eaux de source et de puits, dont il faut exclure celles qui sont évidemment souillées par des infiltrations de liquides animaux putréfiés, n'en contiennent pas plus de $0^{gr},090$, tandis que 47 déterminations faites sur les pluies tombées au Liebfrauenberg donnent une moyenne de $0^{gr},790$ d'ammoniaque par mètre cube. Cette différence paraît inexplicable, car à l'ammoniaque des eaux météoriques devrait s'ajouter celle qui est propre au sol, et par conséquent les eaux terrestres devraient être les plus ammoniacales ; mais si on réfléchit à la propriété d'absorption de la terre (§ 21 *bis*), on voit de suite que cette différence, loin de constituer une anomalie, n'est qu'un fait des plus naturels, car la pluie, en traversant le sol pour alimenter les sources, échange contre de la chaux et de la magnésie, l'ammoniaque des sels qu'elle renferme, et par cela même elle s'en trouve nécessairement appauvrie.

On a aussi lieu de remarquer la forte proportion d'ammoniaque contenue dans la neige qui a été ramassée dans un jardin. Tous les agriculteurs s'accordent à attribuer à la neige une influence bienfaisante sur la végétation, et en général on en rattache le résultat à ce que la neige, agissant comme un écran, retarde le refroidissement de la terre ; mais la grande richesse en ammoniaque, observée par M. Boussin-

gault, prouve que non-seulement la neige empêche la surface de la terre de se refroidir, mais qu'elle s'oppose à la dispersion des émanations ammoniacales qui en sortent, en les arrêtant au passage, pour ainsi dire, et en les retenant à la manière d'un corps poreux.

Une dernière remarque, enfin, doit être faite sur la richesse relative de l'eau de mer. Tandis que la quantité moyenne d'ammoniaque contenue dans les eaux de rivière n'est que de $0^{gr},170$ par mètre cube, le même volume d'eau de mer en renferme $0^{gr},200$, c'est-à-dire $\frac{2}{10000000}$. Cette proportion est bien faible, à vrai dire, « mais puisque l'Océan recouvre plus des « trois quarts du globe, si l'on envisage sa masse, il « est permis de le considérer comme un immense « réservoir de sels ammoniacaux, où l'atmosphère « réparerait les pertes qu'elle éprouve continuelle- « ment. »

CHAPITRE XVII.

CENDRES DE BOIS ET CHARRÉE. CENDRES DE VARECHS, DE TOURBE ET DE HOUILLE.

Sommaire. — 141. *Cendres* considérées comme engrais. — 142. Composition des cendres. — 143. Cendres considérées comme mesure de l'épuisement du sol occasionné par les cultures. — 144. Classification des cendres provenant de la combustion du bois. — 145. Comment on reconnaît à quelle classe appartient une cendre. — 146. *Charrées* ou *cendres lavées*. — 147. *Cendre de varechs* ou de goëmon. — 148. *Cendre de tourbe*. — 149. *Cendre de houille* ou de charbon de terre.

Les cendres offrent un double intérêt, d'abord comme engrais, ensuite comme pouvant, par leur

composition, faire connaître le degré d'épuisement en principes minéraux occasionné par une récolte, et quels seraient les engrais que préférerait *à priori* une nouvelle plante qu'on voudrait introduire dans les cultures d'une exploitation.

§ 141. **Cendres considérées comme engrais.** — Dès que l'on admet que pour le développement des plantes les principes minéraux sont aussi indispensables que l'azote, on devra aussi admettre que ces mêmes principes minéraux qu'on retire des plantes doivent être des engrais. Aussi les cendres ont-elles toujours été considérées comme utiles à l'agriculture, et il est fâcheux que l'industrie en absorbe une grande quantité et les rende de plus en plus rares.

En général, les cendres se composent de sels solubles alcalins et de sels insolubles terreux. Parmi les premiers figurent principalement les hydrochlorates (chlorures) et les carbonates de potasse et de soude ; parmi les seconds, les phosphates et les carbonates de chaux et de magnésie. En outre, on y trouve presque toujours de la silice, et de faibles quantités de silicates solubles.

Bien que les cendres de chaque plante diffèrent entre elles quelquefois d'une manière notable, néanmoins celles qui proviennent des combustibles ordinaires, c'est-à-dire les cendres de bois qu'on trouve dans le commerce, ne présentent pas dans leur composition de très-forts écarts ; en effet, le nombre des essences qui sont le plus employées au chauffage est assez restreint ; et comme les cendres de diverses provenances finissent toujours par être mêlées ensemble,

il en résulte une sorte de composition moyenne très-peu variable ; et si l'on y remarque de grandes différences, cela tient en partie à des substances étrangères que le hasard, l'incurie ou la fraude y ont introduites.

Les sols, qui se trouvent le mieux de l'application des cendres non lessivées, sont les argilo-siliceux, schisteux et granitiques, comme ceux de la plus grande partie de l'Ouest. Il est probable que, dans ces circonstances, les cendres, en vertu de leur richesse alcaline, agissent sur les détritus feldspathiques de la terre, et déterminent la mise en liberté de silicates solubles dont l'action fertilisante sur les céréales n'est pas douteuse : ajoutons que les terres de l'Ouest étant très-pauvres de phosphates, éprouvent une action bienfaisante de la part d'un engrais comme la cendre, qui leur apporte précisément le principe dont elles ont le plus besoin : par contre, les sols calcaires doivent être et sont, en effet, peu sensibles à son action.

Les sols tourbeux sont aussi grandement améliorés par cet engrais, ce qui est concevable quand on songe que c'est à leur acidité qu'ils doivent d'être stériles. La cendre, en les neutralisant, y réveille, pour ainsi dire, la fécondité qui s'y trouvait assoupie.

C'est pour cette même raison que la cendre non lessivée (cendre vive) produit de si bons effets sur les prairies acides, mais assainies par le drainage : en très-peu de temps elle y fait disparaître les laîches, les mousses, les ajoncs, les bruyères, en un mot les mauvaises plantes des terres aigres, et y détermine le développement des légumineuses sur lesquelles elle agit d'une manière remarquable, probablement à cause

de la chaux qui est son principe prédominant.

Ainsi donc, les cendres communes ou de bois sont fort utiles dans les terrains granitiques, qu'elles rendent alcalins et auxquels elles donnent des phosphates ; dans les terrains acides qu'elles fécondent en neutralisant leur acidité : elles produisent peu d'effet dans les terrains calcaires, car, étant par eux-mêmes alcalins, ils sont peu sensibles à l'action des phosphates (§ 105).

La quantité de cendres qu'on applique par hectare, varie selon la valeur de l'engrais, valeur que nous apprendrons à apprécier dans un instant. Cependant la dose habituelle varie entre 25 et 35 hectolitres du poids de 46 à 50 kil. Toutefois, dans les prairies, il est prudent d'employer les cendres à petites doses réitérées, car autrement on s'exposerait à désorganiser les plantes, à cause de la forte proportion de carbonates alcalins qui pourraient se trouver dans l'engrais.

Les effets de la cendre appliquée à petites doses sont de courte durée ; il est rare qu'ils soient appréciables après la deuxième année : à hautes doses, l'action peut se faire sentir pendant cinq à six et même huit ans.

Les agriculteurs ont souvent l'occasion de se procurer de cet engrais, sans l'acheter dans le commerce, en brûlant les fougères, les bruyères, les ajoncs et plusieurs mauvaises herbes. Ces cendres sont beaucoup plus alcalines que celles de bois, et favorisent à merveille les cultures du sarrasin, du colza, des plantes textiles, de la navette, du tabac, etc., etc.

Les débris de certaines cultures en fournissent également d'excellentes, à cause de leur richesse en sels alcalins : telles sont les tiges du tabac, du pavot, du colza, du topinambour, des fèves, du maïs, etc., etc. Suivant M. Rendu, les cultivateurs du département du Nord emploient, pour les récoltes du lin et du tabac, la cendre d'œillette, qu'ils estiment comme la meilleure entre toutes.

Au reste, l'emploi de cet engrais a été recommandé par les anciens, et les voyageurs nous apprennent que certaines peuplades de l'Amérique et de l'Afrique ne connaissent d'autres moyens que celui-là pour fertiliser leurs terres. Les Chinois, à qui nous avons peu à apprendre en fait d'agriculture, attachent, eux aussi, un fort grand prix au résidu de l'incinération des végétaux et notamment des plantes herbacées.

§ 142. **Composition des cendres.** —On trouve, dans tous les ouvrages d'agriculture, de très-nombreuses analyses de cendres, qui, suivant moi, ne peuvent pas être d'une grande utilité aux cultivateurs, quelle que soit d'ailleurs leur exactitude. Pour s'en convaincre il suffit de songer que deux plantes de la même espèce et du même âge, qui auraient végété sur deux terrains différents, produiront des cendres très-différentes sous le rapport des proportions de leurs composants. A l'appui de cette vérité, je produirai les deux tableaux suivants, que je détache d'un travail publié par moi en 1858, en commun avec mon regrettable et savant ami Joseph Durocher, sous le titre : *Recherches sur la répartition*

des éléments inorganiques dans les principales familles du règne végétal.

CHAUX TROUVÉE DANS 100 PARTIES DE CENDRES PROVENANT DE PLANTES DE LA MÊME FAMILLE OU DE LA MÊME ESPÈCE, AYANT VÉGÉTÉ SUR DES SOLS CALCAIRES ET SUR DES SOLS NON CALCAIRES.

Tableau N° 1.

PLANTES CUEILLIES	SUR DES SOLS	
	Calcaires.	Non calcaires
1° Dans les Crucifères (six analyses).....	35,79	20,12
2° Dans les Légumineuses (six analyses)...	40,26	28,12
3° Dans les Dipsacées (cinq analyses).. ...	38,65	20,63
4° Dans les Salicinées du genre Populus (cinq analyses).....	68,87	51,16
Moy. des proport. centésimales de chaux...	45,87	30,01

Tableau N° 2.

PLANTES CUEILLIES	SUR DES SOLS	
	Calcaires.	Non calcaires
Brassica oleracea (Crucifères)..... ...	27,98	13,62
Brassica napus (Crucifères).....	43,60	19,48
Trifolium pratense (Légumineuses).....	43,32	29,72
Trifolium incarnatum (Légumineuses).....	36,18	26,68
Scabiosa arvensis (Dipsacées).....	28,60	17,16
Allium porrum (Liliacées).....	22,61	11,41
Dactylis glomerata (Graminées).....	6,24	4,62
Quercus pedunculata (Amentacées cupulifères)..... ..	70,14	54,00
Moy. des proport. centésimales de chaux...	34,83	22,09

On voit que les cendres des plantes de la même espèce renferment au moins moitié en sus, et souvent deux fois plus de chaux, lorsque les végétaux dont elles proviennent ont cru sur des sols calcaires, que s'ils ont été cueillis sur des sols non calcaires; et l'on

peut observer d'ailleurs, que les variations de richesse en chaux, suivant la famille, marchent parallèlement dans les deux séries.

La remarque que je viens de faire pour la chaux, étant également applicable, dans une certaine mesure, aux autres principes minéraux constitutifs des plantes, on voit à combien d'erreurs on s'exposerait en adoptant des analyses faites à un point de vue spécial, pour en tirer des conséquences d'une application générale.

Est-ce à dire cependant, qu'il ne faille tenir aucun compte des analyses des cendres qui ont été publiées en si grand nombre depuis cinquante ans, et par les chimistes les plus habiles? Non sans doute; il faut au contraire les considérer comme des documents précieux, tendant à montrer les aptitudes spéciales des végétaux à s'assimiler de préférence tel ou tel principe minéral, et à fournir ainsi les éléments d'une classification où les différentes familles végétales occuperaient une place, variable suivant le point de vue auquel on les envisagerait.

Que les plantes diverses végétant sur le même champ s'assimilent des proportions très-différentes d'un même principe, personne ne peut le contester. Il me suffira encore de citer les résultats analytiques que j'emprunte au travail ci-dessus cité.

PROPORTIONS EXTRÊMES DE DIFFÉRENTS PRINCIPES MINÉRAUX TROUVÉS DANS LES CENDRES DE TROIS PLANTES

ÆTHUSA CYNAPIUM, *STACHYS ARVENSIS*, *CINOPODIUM VULGARE*,

recueillies simultanément dans le même champ et à la même place.

	QUANTITÉS SUR 100 de cendres.	
	Maximum.	Minimum.
Chlore	6,73	2,63
Acide sulfurique	5,77	3,77
Acide phosphorique	11,88	4,59
Silice	24,46	13,14
Potasse	31,12	15,19
Soude	5,50	1,76
Chaux	32,88	18,64
Magnésie	11,36	5,13

Si donc on parvenait à établir les diverses préférences des familles végétales pour tel ou tel principe minéral, on offrirait aux agriculteurs des notions qui n'auraient rien d'absolu, il est vrai, mais qui n'entraîneraient pas non plus à des conséquences erronées. Ces notions offriraient le grand avantage de signaler des aptitudes inhérentes à la nature des plantes, des aptitudes distinctives, pour ainsi dire, et dégagées de toute influence accidentelle.

C'est ce que nous nous étions proposé en partie, M. Durocher et moi, en publiant nos recherches sur la répartition des éléments minéraux dans le règne végétal.

Le tableau synoptique qui suit, résume nos résultats, dont l'intelligence sera facilitée par la connaissance de la valeur numérique des *richesses moyennes* que nous indiquons pour 100 de cendre privée

d'acide carbonique, et provenant de l'incinération des plantes qui auront végété dans des sols non calcaires.

VALEUR DES RICHESSES MOYENNES INDIQUÉES DANS LE TABLEAU SYNOPTIQUE CI-CONTRE :

Pour le chlore	6 à	8 %
— l'acide sulfurique	3	5
— l'acide phosphorique	6	8
— l'acide silicique	12	14
— la potasse	20	25
— la soude	5	7
— la chaux	20	25
— la magnésie	7	9
— l'alumine, l'oxyde de fer et la magnésie	3	4

Ce tableau, outre qu'il donne une idée générale des aptitudes de diverses familles végétales à s'assimiler tels ou tels principes minéraux, offre aussi un autre avantage qui me semble avoir son prix. Il aide à juger la nature chimique du sol par l'inspection de sa végétation naturelle, ce qui n'est pas peu de chose lorsqu'il s'agit d'acquérir un domaine.

§ 143. **Cendres considérées comme mesure de l'épuisement du sol occasionné par les cultures.** — Si les cendres représentent les principes minéraux empruntés au sol par les plantes d'où elles proviennent, elles doivent aussi représenter le degré d'épuisement du sol, occasionné par ces mêmes plantes. Il suffira, en effet, de connaître le poids total d'une récolte, d'en déterminer, par l'incinération d'une petite partie, la proportion des éléments minéraux qu'elle renferme, pour savoir au juste de combien de principes minéraux un sol donné s'est appauvri par suite d'une certaine culture. Mais ce procédé suppose une

ESSAI D'UN TABLEAU SYNOPTIQUE

de la répartition des principes minéraux dans les principales familles de plantes croissant spontanément en France sur des sols non calcaires.

									Exemples :
VÉGÉTAUX DICOTYLÉDONES SOUS-FRUTESCENTS ET HERBACÉS.	THALAMIFLORES. Calice et corolle polyphylles.	**Renonculacées** ; **Crucifères**	Richesse plus ou moins grande en potasse	Moyennement riches en silice.	*acées* : Riches en soude, assez riches en acide phosphorique				Bouton d'or. — Ficaire
					ifères : Riches en chlore et en acide sulfurique, très-riches en acide phosphorique				Bourse à pasteur. — Chou pommé. — Navet.
		Caryophyllées ; **Résédacées**	Proportions de chaux un peu variables.	Peu riches en silice	*ophyllées* : Assez riches en magnésie, riches en acide phosphorique				Nielle des blés. — Mouron des oiseaux. — Lychnis.
					dacées : Très-riches en acide sulfurique				Réséda blanc. — Faux réséda — Gaude.
	CALICIFLORES. Polypétales. Sous-frutescents.	**Légumineuses sous-frutescentes**	Peu riches en chaux	Assez riches en silice	hes en potasse, en magnésie et en acide phosphorique				Genêt à balais. — Grand et petit ajonc. — Genêtrelle.
	CALICIFLORES. Polypétales. HERBACÉS.	**Légumineuses herbacées**	Riches en bases terreuses	Riches en silice	*gumineuses*	Peu riches en acide phosphorique	Riches en chaux		Ononis des champs et ononis traçant. — Trèfle incarnat, des prés, et commun.
		Rosacées herbacées			*osacées*	Assez riches en acide phosphorique	Assez riches en magnésie		Aigremoine. — Eupatoire. — Faux-fraisier. — Reine des prés.
		Ombellifères			*Ombellifères*		Riches en chaux et en acide sulfurique		Ache de chieu. — Carotte des champs. — Fenouil.
		Crassulacées		Peu riches en silice	*Crassulacées*	Peu riches en acide phosphorique et en alcalis	Très-riches en chaux		Orpin jaune. — Petite joubarbe.
	CALICIFLORES. Monopétales. HERBACÉS.	**Rubiacées**	Assez riches en chaux	Riches en silice	*Rubiacées* : Assez riches en chlore				Caille-lait blanc.
		Composées	Assez riches en potasse	Peu riches en silice	*Composées* : Assez riches en acide phosphorique				Conyze.
		Dipsacées			*Dipsacées* : Assez riches en soude et en magnésie				Chardon à peignes. — Scabieuse des champs.
	CALICIFLORES. Monopétales. Sous-frutescents.	**Ericinées**	Peu riches en potasse et en chaux	Très-riches en silice	Peu riches en chlore et en acide phosphorique, riches en soude et en acide sulfurique				Bruyère.
	COROLLIFLORES Monopétales et Hypogynes.	**Borraginées**	Riches en potasse	Assez riches en silice	Peu riches en chaux	*Borraginées* :	Peu riches en magnésie et en alumine		Bourrache. - Vipérine ou buglosse. - Consoude.
		Solanées				*Solanées* :	Peu riches en soude		Mélèze. — Douce-amère. — Pomme de terre.
		Primulacées				*Primulacées* :	Riches en chlore		Primevère sans tige. — Coucou. — Lysimachie nummulaire.
		Personnées	Moyennement riches en potasse.	Riches en silice	Peu riches en chaux	*Personnées* :	Riches en magnésie		Linaire striée. — Digitale. — Euphraise dentée.
		Labiées			Moyennement riches en chaux	*Labiées* :	Moyennement riches en acide phosphorique, en soude et en magnésie		Épiaire des champs. — Clinopode. — Galéopside jaunâtre.
	MONOCHLAMYDÉES ou Apétales.	**Polygonées**	Assez riches en potasse et en acide sulfurique	Peu riches en silice	Plus ou moins riches en chaux	*Polygonées* :	Riches en acide phosphorique		Oseille champêtre. — Sarrasin.
		Euphorbiacées		Moyennement riches en sile.		*Euphorbiacées* :	Riches en acide sulfurique		Euphorbe (réveille-matin). — Ramberge.
VÉGÉTAUX MONOCOTYLÉDONES HERBACÉS.	MONOCOTYLÉDONES à périanthe pétaloïde et à tissu fortement parenchymateux.	**Orchidées**	Moyennement riches en chaux.	Assez riches en silice.	Assez riches en acide phosphorique	*Orchidées* :	Moyennement riches en chlore, en alcalis et en magnésie		Orchis tachée. — Orchis bouffon.
		Liliacées	Peu riches en chaux	Moyennement riches en sile.		*Liliacées* :	Très-riches en potasse.	Riches en chlore	Hyacinthe des champs. — Poireau. — Tulipe des fleuristes. — Lis commun.
	MONOCOTYLÉDONES à périanthe glumacé et à tige en forme de chaume.	**Joncées**	Pauvres en chaux	Peu riches en silice		*Joncées*		Très-riches en chlore	Jonc à feuilles agglomérées. — Jone des jardiniers. — Grande luzule.
		Cypéracées		Riches en silice		*Cypéracées*		Moyennement riches en chlore	Carex.
		Graminées	Très-riches en chaux	Très-riches en silice		*Graminées*		Riches en chlore	Houque laineuse. — Brome-mollet. — Dactyle agglomérée.
VÉGÉTAUX ACOTYLÉDONES.	HERBACÉS.	**Fougères**	Pauvres en chaux	Très-riches en silice	Moyennement riches en potasse, peu riches en chlore et en acide sulfurique				Fougère commune. — Capillaire.
VÉGÉTAUX DICOTYLÉDONES ARBORESCENTS.	ARBRISSEAUX.	**Rosacées frutescentes**	Riches en chaux et magnésie, moyennement riches en potasse	Pauvres en silice	Très-riches en acide phosphorique.	*Rosacées frutescentes* :	Pauvres en chlore		Framboisier. — Ronce. — Rose des champs.
	ARBRES.	**Rosacées arborescentes**	Très-riches en chaux, peu riches en alcalis.		Peu riches en acide phosphorique.	*Rosacées arborescentes* ;	Très-pauvres en chlore, pauvres en acide sulfurique.		Merisier. — Alisier. — Pommier à cidre.
		Conifères				*Conifères* :	Pauvres en chlore		Pin du nord. — Pin d'Écosse. — Epicea.
		Amentacées (Salicinées et Cupulifères.)		Très-pauvres en silice	Riches en acide phosphorique	*Amentacées* :	Extrêmement pauvres en chlore		Rouvre. — Peupliers

analyse, c'est-à-dire une chose que les agriculteurs n'auront jamais ni le loisir ni les moyens de bien faire. Il me semble donc inutile que je décrive ici un procédé pour analyser une cendre, opération qui, du reste (je le répète), ne serait praticable que dans un laboratoire de chimie, et par un chimiste exercé.

Mais si une analyse précise d'une cendre n'est pas abordable pour un cultivateur, il n'en est plus de même d'une analyse tendant, non pas à donner une idée exacte de la composition de la cendre, mais une idée approximative de sa nature; par exemple, cela sera suffisant pour savoir si à la suite d'une certaine culture, c'est un engrais phosphaté plutôt qu'un engrais alcalin qu'il conviendra de donner à la terre, pour lui rendre la fertilité amoindrie par la récolte.

§ 144. **Classification des cendres.** — Bien que toutes les cendres renferment une multitude d'éléments (§ 142), néanmoins l'agriculteur n'a à se préoccuper que de ceux qui peuvent faire défaut au sol, ou dont le prix est toujours élevé : tels sont les alcalis, l'acide phosphorique et la chaux.

Connaître la richesse d'une cendre sous le rapport de ces trois principes, c'est posséder une donnée précieuse pour entretenir la fécondité de la terre ; ce qui suit va montrer, je pense, qu'il n'est pas difficile d'acquérir cette notion.

Les cendres, quelle que soit leur provenance, peuvent se diviser en quatre grandes classes.

La première renferme celles où dominent les prin-

cipes alcalins. Dans les cendres de la seconde, domineront les principes terreux ; dans la troisième, on trouvera les cendres riches en phosphates ; enfin celles qui sont très-riches en acide silicique formeront la quatrième.

Ainsi les cendres peuvent donc se diviser en *alcalines*, *terreuses, phosphatées* et *siliceuses*.

Les opérations qui sont nécessaires pour connaître à laquelle de ces quatre classes appartient une cendre donnée sont si faciles, qu'une simple description suffira pour les faire comprendre.

§ 145. **Comment on reconnaît à quelle classe appartient une cendre.** — Pour se procurer une cendre, il faut prendre quelques kilogrammes assortis, (racines, tiges, feuilles, etc., etc., en quantités proportionnelles) de la récolte bien sèche, et les brûler tout bonnement sur l'âtre de la cheminée.

Dès que l'incinération sera accomplie, on passe la cendre par un crible, afin de la séparer des portions non brûlées, et puis on la pèse : de cette manière on se fera une idée du rapport qui existe entre le poids de la plante et le poids de ses principes fixes, et cette notion seule donnera une idée approximative de sa faculté épuisante. Il est évident que, de deux plantes, celle qui laisse le plus de cendre épuisera davantage le sol.

Qu'on introduise ensuite dans une fiole 10 grammes de cette cendre avec 100 à 110 grammes d'eau de pluie, et que l'on fasse bouillir pendant quelques minutes. On jettera ensuite le mélange sur un double filtre de papier, on lavera ce qui reste sur le

filtre, on desséchera à la température de l'eau bouillante, et on pèsera, en mettant sur l'un des plateaux de la balance le filtre contenant la matière, et sur l'autre plateau le filtre qui doublait le premier. La perte de poids indiquera la quantité des sels solubles contenus dans la cendre.

Supposons, par exemple, que la cendre ainsi traitée ait perdu la moitié de son poids, on en conclura qu'elle appartient à la classe des cendres alcalines.

Il est vrai que tout ce qu'une cendre abandonne à l'eau n'est pas du carbonate de soude ou du carbonate de potasse ; il est vrai qu'elle peut renfermer du sulfate de potasse, du chlorure de sodium ou de potassium, et même, quoique rarement, des silicates alcalins, et du phosphate de potasse; mais les carbonates alcalins et le carbonate de potasse surtout constituent la plus grande partie des principes solubles.

En considérant donc comme des carbonates alcalins les principes solubles d'une cendre, l'agriculteur est certain d'arriver à des conclusions suffisamment exactes dans la pratique.

La richesse en alcalis une fois déterminée, on introduira le résidu de cette même cendre dans une fiole, on ajoutera de l'acide muriatique étendu de la moitié de son poids d'eau, et l'on fera bouillir pendant 15 à 20 minutes ; on versera ensuite le mélange dans une capsule de porcelaine, on y ajoutera 3 à 4 grammes de sel ammoniac (muriate ou chlorhydrate d'ammoniaque), et puis on évaporera à siccité à la température de l'eau bouillante; on trans-

portera la capsule sur un fourneau, pour la chauffer graduellement à feu nu, jusqu'à ce que, malgré l'intensité de la chaleur, il n'y ait plus de fumées ni de vapeurs acides. On laissera refroidir la capsule, on répandra de l'eau sur son contenu, et enfin on versera le mélange sur un filtre double : dès que les lavages seront terminés, on desséchera le filtre et on le pèsera par le procédé ordinaire.

La diminution de poids éprouvée par le premier résidu représentera le principe terreux, qui se compose ordinairement de carbonate de chaux; la magnésie n'y manque presque jamais, mais le carbonate de chaux y domine.

La perte en poids éprouvée par 10 grammes de cendre, à la suite de l'action successive de l'eau et de l'acide chlorhydrique, représente donc la quantité des principes alcalins et terreux. Maintenant nous n'avons qu'à faire digérer avec de l'acide chlorhydrique étendu le résidu de ce premier traitement, et la nouvelle perte représentera la quantité des phosphates. Il est évident que le poids de ce résidu définitif sera le poids de la silice.

Comme exemple, je vais prendre une cendre déjà analysée, et je chercherai dans quelle classe elle peut être rangée.

Soit de la cendre de pommes de terre. Dix grammes, après avoir été traités par l'eau, sont devenus $4^{gr},8$. La perte éprouvée par ce traitement est égale à 55 0/0. Cet essai indique déjà que la cendre de la pomme de terre est très-alcaline, et que, par conséquent, elle appartient à la 1re classe. Cependant on

veut se faire une idée de la nature des principes qui dominent le plus après les alcalis. On traite les 4gr,8 restant par de l'acide chlorhydrique; on ajoute à la dissolution un peu de sel ammoniac, et l'on dessèche le mélange au bain-marie; on le chauffe ensuite très-fortement, et on le reprend par l'eau. Les 4gr,8 deviennent 1gr,8. Cela indique, par conséquent, que pour 55 de principes alcalins, il y a 30 de principes terreux. Cependant on veut savoir si dans ce qui reste, il y a des phosphates : à cet effet, on le fait digérer dans de l'acide chlorhydrique étendu, et l'on s'aperçoit que 8 décigr. seulement se dissolvent : d'où l'on conclut que la cendre de pommes de terre ne renferme que 10 0/0 de silice.

En somme, 10 grammes de cendre de pommes de terre ont donné 55 0/0 de sels solubles, 30 0/0 de principes terreux, 10 0/0 de silice et 5 0/0 de phosphates. On en conclut que cette cendre est très-alcaline et appartient à la 1re classe; on en conclut, en outre, qu'elle est moyennement terreuse, peu siliceuse et très-peu phosphatée.

§ 146. **Charrées ou cendres lavées.** — Lorsque les cendres ont servi à faire la lessive, elles ont abandonné à l'eau la plus grande partie de leurs principes solubles, et elles se sont enrichies de sels terreux; c'est-à-dire que 100 kilogrammes de charrée contiennent plus de phosphates, carbonates et silice que 100 kilogrammes de la cendre d'où ils proviennent; mais, en revanche, c'est à peine si l'on y trouve des sels alcalins. Les charrées ne peuvent pas agir comme

les cendres, néanmoins elles ne manquent pas d'être un engrais fort estimé, et, sous certains rapports, plus commode que la cendre elle-même, puisqu'on n'a pas à craindre l'action corrosive des alcalis.

Contenant beaucoup de carbonate de chaux, les charrées ne conviennent pas aux sols calcaires, mais elles produisent d'excellents effets sur les terres argileuses, schisteuses et granitiques, et conviennent même aux terres tourbeuses et acides, qu'elles neutralisent par leur carbonate calcaire.

C'est d'ordinaire au printemps, lorsque la sécheresse n'est pas à craindre, qu'on répand les charrées à des doses variant de 20 à 60 hectolitres (pesant 70 à 75 kilogrammes) sur les terres destinées aux cultures légumineuses, ou à être ensemencées en seigle. On les donne aussi aux céréales en végétation, aux prairies naturelles de bonne nature, comme aux prairies envahies par les ajoncs, les carex et les mousses.

Dans l'Ouest où l'on a l'habitude d'alterner l'application des charrées avec celle des fumures, on les emploie souvent en juin, pour les semailles du sarrasin sur pâtis ou jachères, ou en automne pour les champs qui doivent recevoir du seigle ou du froment, après avoir donné le sarrasin.

Sur les prairies naturelles, les effets de la charrée se font sentir pendant 3 à 4 ans, et dans les terres pauvres leur action ne se prolonge pas au delà de 2 ans. Toutefois la durée de l'action est en raison de la quantité d'engrais que l'on a donnée. En Angleterre et en Hollande où les charrées sont répandues à la

dose de 140 à 150 hectolitres par hectare, leurs effets sont encore sensibles après 10 à 11 ans.

Les charrées du commerce ne proviennent pas seulement des lessives des ménages et des blanchisseurs, mais encore des lessives faites dans les salpêtreries et les savonneries. Les charrées de savonniers sont même les plus estimées des cultivateurs à cause de la chaux qu'elles renferment, chaux qu'on y a introduite pour décarbonater et rendre caustiques les alcalis de la cendre. Quelle que soit leur provenance, les charrées constituent toujours un engrais dont l'énergie ne saurait être expliquée par leur composition ; car si M. Bobierre, en analysant une charrée pure, lui a trouvé la composition suivante

Matières organiques	9,80
Sels solubles dans l'eau	1,05
Silice	13,60
Oxyde de fer, d'alumine, phosphate de chaux	27,30
Carbonate de chaux	47,10
Magnésie	1,15
	100,00

il n'en est pas moins vrai, que les charrées communes non fraudées du commerce ne renferment jamais plus de 8 à 10 0/0 de phosphates, et rarement plus de 40 0/0 de carbonates, sels qui, de l'aveu général, constituent la partie la plus active de cet engrais.

Supposons que l'on donne à un hectare, comme c'est l'usage, 30 hectolitres de charrée commune pesant en tout 2,160 kilogrammes. C'est comme si on lui donnait tout au plus 216 kilogrammes de phosphate

et 860 kilogrammes de carbonate de chaux, ce qui revient, par mètre carré de terre à 2 grammes 16 de phosphate et à 8 grammes 60 de carbonate de chaux. Ces proportions, quoique faibles, peuvent bien expliquer une médiocre récolte, mais non pas une récolte très-satisfaisante, surtout quand on songe que les charrées ne sont pas azotées. Aussi Thaër, surpris des effets remarquables de cet engrais, lui attribuait-il de contenir quelque chose d'inconnu qui lui donnait une action hors de proportion avec les éléments qui le composent.

Aujourd'hui on est à même d'expliquer ce qui paraissait un mystère à Thaër. C'est que les charrées n'agissent pas seulement par leurs principes phosphatés, silicatés et calcaires, mais par le nitre qu'elles engendrent dans le sol en vertu de leur carbonate de chaux. Ainsi donc les charrées ne contiennent guère d'azote avant d'être employées, mais une fois dans le sol, elles en provoquent la formation, et du mieux assimilable ; et si certaines observations sont exactes, il paraîtrait qu'à parité de circonstances, les charrées sont plus nitrogènes que les cendres. C'est ainsi que se trouverait justifiée la préférence dont elles ont toujours été l'objet chez les praticiens.

Malheureusement cet engrais précieux est souvent fraudé, et il n'est pas rare d'en rencontrer qui est complétement dépourvu de phosphates, ce qui ne doit pas surprendre quand on songe que dans certaines localités de la Loire et du Calvados on exploite des terres alumineuses ayant l'aspect de la charrée, et qu'on introduit comme telles dans le commerce.

On a recommandé de refuser comme mauvaise toute charrée qui contiendra plus de 30 0/0 de substances insolubles dans les acides : mais cela ne suffit pas, car une prétendue charrée qui contiendrait plus de 70 0/0 de matières solubles dans les acides, parmi lesquelles il n'y aurait pas de phosphates, serait toujours une charrée fraudée, attendu que de même qu'il n'y a pas de cendre sans phosphates, de même il ne doit pas y avoir de charrée qui en soit naturellement dépourvue.

C'est donc principalement à la constatation des phosphates qu'il faut viser quand on veut s'assurer de la qualité d'une charrée, et l'on y parviendra sans beaucoup de peine en suivant les indications que nous avons données à l'occasion de l'analyse des cendres (§ 146).

Je ne puis quitter ce sujet sans blâmer l'usage de jeter au fumier la charrée provenant des lessives faites dans les fermes. Cet engrais mêlé au fumier, ne pouvant pas être répandu sur la terre avec autant d'uniformité que s'il était répandu à la pelle ou à la main, son action doit être considérablement réduite sinon annulée. Je déplorerai aussi l'habitude de certaines ménagères de perdre les eaux de lessive, comme si elles ne contenaient pas des alcalis, dont l'action fertilisante est encore augmentée par les matières organiques que leur a abandonnées le linge pendant le lessivage. Ces eaux doivent être dirigées à la fosse au fumier, si on ne les fait pas servir pour arroser des composts formés de mauvaises herbes et de débris divers, dont l'humification se trouve ainsi facilitée.

§ 147. **Cendres de varechs ou de goëmon.** — Sur les côtes de Bretagne, non-seulement on fait un grand usage des varechs (§ 122) comme engrais, mais on en utilise aussi les cendres. A cet effet, on creuse une fosse de $0^m,66$ de longueur, 5 à 6 mètres de largeur et $0^m,65$ à $0^m,75$ de profondeur, et après en avoir garni le fond d'une espèce de gril fait avec des pierres, on la remplit avec des varechs préalablement desséchés au soleil et en partie dessalés soit par les pluies soit par des lavages : à l'aide d'un peu de paille, on met le feu à la masse, dont on surveille la combustion pour qu'elle ne soit pas trop vive. La cendre qui en résulte est rarement livrée pure à l'agriculture, soit parce qu'on en retire la soude, et elle devient alors une sorte de charrée, soit parce qu'on la mêle avec de la terre ou du sable de mer, ou de la cendre de bouse de vache. Dans l'île de Noirmoutiers on prépare un compost dont la base est le goëmon brûlé, en faisant un mélange de terre, de cendre de varechs, de goëmon frais, de sable de mer, de fumier d'étable, de sel marin, de coquillages et de toutes sortes de débris végétaux : ce mélange est humecté de temps en temps avec de l'eau de mer, et recoupé plusieurs fois : lorsqu'il a pris l'aspect du terreau, il est employé sous le nom d'*engrais de Noirmoutiers* à la dose de 80 à 100 hectolitres pour toute sorte de culture, même pour les prairies.

Lorsque les cendres de varechs n'ont pas été lessivées pour en extraire la soude, elles sont remarquables par leur richesse en alcalis, qui n'est jamais au-dessous de 20 0/0. Elles ne sont pas moins riches

en sel marin et en sulfate de chaux, mais par contre elles sont peu phosphatées. Elles sont employées à la dose de 20 à 30 hectolitres, alternativement avec des fumures ordinaires, dans les cultures du sarrasin, du froment et du seigle. On les applique aussi sur les prairies naturelles envahies par la mousse.

§ 148. **Cendre de tourbe.** — On trouve, dans le commerce, de la cendre de tourbe dont le mode d'action est différent de celui des autres cendres. Le produit de l'incinération de la tourbe ne contient que de faibles quantités d'alcalis et point de phosphates ; mais en revanche il est très-riche en carbonate et en sulfate de chaux, et on y trouve même souvent de la chaux vive.

Les cendres de tourbe les plus estimées ont une couleur argentine et ne pèsent pas beaucoup plus de 50 kilogrammes l'hectolitre. Plus elles sont lourdes et colorées, moins elles sont bonnes, car leur plus grande densité tient à ce qu'elles sont mêlées avec de la terre. Elles peuvent être employées avantageusement sur les sols non calcaires, argileux, schisteux, granitiques, mais point sur les terres légères.

On s'explique très-bien pourquoi la cendre de tourbe produit d'excellents effets sur les légumineuses, quand on se souvient de sa composition. Riche en sels calcaires, elle ne peut manquer de convenir aux plantes avides de chaux telles que le trèfle et la luzerne : elle est également utile aux vesces, aux navets, aux pois, au lin, et à la navette, et aux prairies naturelles ni trop sèches, ni trop hu-

mides. On s'en sert même avec avantage pour les orges et les blés.

Les tourbières les plus voisines de la mer, dont les gisements ont été submergés pendant longtemps, fournissent de la tourbe dont la cendre est fort estimée. Aussi les cendres provenant des tourbières de la Hollande, et qu'on appelle *cendre de mer*, étant dans ce cas, sont considérées comme d'une qualité supérieure.

Les cendres de tourbe s'emploient à des doses très-élevées, mais variables suivant leur qualité et suivant les usages de différents pays. La dose la plus habituelle en France est comprise entre 40 et 50 hectolitres par hectare, et même beaucoup plus, si elle doit servir pour blé ou orge.

Dans tous les cas, il est bon d'en alterner l'usage avec les fumures, ainsi qu'on devrait le faire pour tous les engrais minéraux.

Enfin les cendres de tourbe sont avantageusement employées pour absorber les jus de fumier, quand on n'a pas de fosses à purin, et dans ce cas on n'a pas à se préoccuper si elles contiennent ou non du sulfure de fer; car il est bon qu'on sache que les tourbes pyriteuses donnent des cendres, qui, en vieillissant, s'enrichissent de sulfate de fer, et peuvent devenir corrosives.

§ 149. **Cendre de houille ou de charbon de terre.** — Depuis que la consommation de la houille a pris une grande extension, les cendres de ce combustible sont devenues très-communes; malheureusement, tant s'en faut qu'elles soient aussi efficaces que les

autres cendres. Il suffit de savoir que leur principe prédominant est de l'argile, et que c'est à peine si on leur trouve quelques centièmes de chaux, pour ne pas douter que leur action sur les plantes ne peut pas être comparable à celle des autres cendres riches en sels alcalins et en carbonate de chaux, et jamais dépourvues de phosphates.

On ne pourrait comparer les cendres de houille qu'à des marnes argileuses et ferrugineuses, mais il est aussi à remarquer que l'oxyde de fer dont elles sont assez pourvues n'est pas un corps inerte. D'après les expériences de M. Kuhlmann, cette substance jouerait un grand rôle dans la terre arable, en hâtant la décomposition des détritus organiques; si j'ajoute que presque toutes les cendres de houille renferment un peu de sulfate de fer, qui n'est pas sans action sur la végétation, j'en aurai assez dit, je crois, pour montrer que, si le mode d'agir de cet engrais n'est pas le même que celui de ses congénères, il est loin d'être négligeable, et à plus forte raison d'être nul.

D'ailleurs depuis longtemps les cendres de houille sont employées avec succès par les agriculteurs anglais et hollandais. Dans plusieurs de nos départements on s'en sert utilement pour fertiliser les sols compactes et argileux en jachère, à la dose de 40 à 50 hectolitres par hectare; mais il ne faut pas en abuser, ainsi qu'on serait porté à le faire dans le voisinage des villes, car, employée fréquemment, la cendre de houille ameublit tellement le sol, que pour peu que l'année soit sèche ou venteuse, la récolte est

compromise, et cela surtout si le sol est quelque peu sableux.

Il arrive parfois que les cendres de houille sont quelque peu acides, à la suite d'une altération éprouvée par le sulfate de fer qu'elles contiennent; dans ce cas, il y aurait à se demander s'il n'y aurait pas quelque danger à les introduire dans les terres non calcaires, et si alors il ne serait pas prudent de les neutraliser avec de la chaux ou un peu de noir animal.

Employées en compost avec du fumier, elles conviennent aux terres à blé aussi bien qu'aux pâturages; dans tous les cas, leur action est de courte durée. Nous avons déjà eu l'occasion précédemment, de classer les cendres d'après l'ordre de leur activité (§ 90 k).

CHAPITRE XVIII.

CHAUX.

Sommaire. — 150. Appréciation de la qualité des calcaires. — 151. Classement des chaux suivant leur pureté. — 152. Caractères de la *chaux hydraulique*. — 153. Propriétés de la *chaux maigre*. — 154. Caractères de la *chaux grasse*. — 155. Sols appropriés au *chaulage*. — 156. A quelles cultures la chaux est spécialement utile. — 157. Quantités de chaux qu'on doit donner à la terre. — 158. Renouvellement des chaulages. — 159. Procédés de chaulage. — 160. Conditions nécessaires à la réussite du chaulage. — 161. Mode d'agir de la chaux. — 162. Inconvénients de l'abus de la chaux.

§ 150. **Appréciation de la qualité des calcaires.** — On sait que le *marbre* et la *pierre* dite *calcaire* sont des substances naturelles qui, une fois convenable-

ment chauffées, dans des fourneaux construits à cet objet, deviennent de la chaux. Formées de chaux et d'acide carbonique, elles se décomposent sous l'influence d'une température élevée et laissent échapper leur acide sous la forme de gaz. La chaux des agriculteurs est donc du calcaire décarbonaté.

La pureté de la chaux dépend de celle de la matière première qui la fournit, et si les chaufourniers livrent de mauvaise marchandise, c'est qu'ils le veulent bien, attendu qu'il leur est facile de se rendre un compte préalable du degré de pureté des matériaux qu'ils cuiront.

Effectivement, si on assortit plusieurs échantillons de calcaire, de façon que leur composition moyenne et collective représente approximativement celle de la masse entière; si on les pulvérise, pour en faire un tout homogène; si, après en avoir desséché au bain-marie 100 grammes, on en introduit une vingtaine dans une fiole assez spacieuse, avec 1 1/2 décilitre de vinaigre de bois (acide acétique du commerce, acide pyroligneux); si, après que toute effervescence aura cessé, ce qui pourrait n'avoir lieu qu'après 15 à 20 heures, on verse le contenu de la fiole sur un double filtre de papier, toute la chaux sera entraînée à l'état de dissolution à travers le filtre. Qu'on lave ce filtre, en le remplissant d'eau dix à douze fois de suite; qu'on le sèche au bain-marie, qu'on le dédouble et qu'on le pèse, en mettant sur un des plateaux de la balance, celui qui contient le résidu non attaqué par l'acide, et sur l'autre plateau le second filtre qui servira de tare :

les poids nécessaires pour établir l'équilibre représenteront la quantité des substances étrangères contenues dans la pierre qui doit se convertir en chaux.

De ce que ce résidu ne serait pas considérable, on ne devrait pas en inférer que la pierre calcaire fût excellente, car un calcul très-simple va prouver que, le résidu ne fût-il que de 5/100, il y aurait de quoi s'en préoccuper. 100 parties de carbonate de chaux pur en donnent 56 de chaux vive; 100 parties de pierre calcaire qui renfermeraient 5/100 de sable quartzeux, par exemple, donneraient 58,20 de chaux, renfermant un peu plus de 1/11 de son poids de sable. En somme, il ne faut pas oublier que le poids des impuretés du calcaire augmente de 2/3 dans la chaux qui en provient.

Cette règle serait quelque peu modifiée si la pierre calcaire, au lieu de sable, contenait de l'argile, car l'eau qui accompagne cette dernière ne s'en allant pas à la température du bain-marie, mais bien à celle du four, le rapport de 1 2/3 serait un peu moindre ; mais on pourrait le rétablir en pesant le résidu, que le vinaigre de bois ne dissout pas, après l'avoir calciné en même temps que les deux filtres. Dans ce cas, l'opération deviendrait moins simple; mais je puis affirmer que lorsque le résidu est argileux, on ne se trompera pas de beaucoup si l'on adopte le rapport de 1 1/2 au lieu de 1 2/3.

§ 151. **Classement des chaux suivant leur pureté.** — La quantité et la nature des impuretés que laisse le calcaire, après avoir été traité par le vinaigre de bois, font connaître la qualité de la chaux qu'il pro-

duira. S'agit-il d'argile? 12 à 15/100 dans la pierre donneront une *chaux hydraulique*. Est-ce du sable? Peu importe qu'il soit ou non accompagné d'oxyde de fer, 15 à 20/100 suffiront pour rendre la *chaux maigre;* en deçà de ces limites, on aura de la *chaux grasse* qui sera d'excellente qualité, lorsqu'elle se dissoudra *entièrement* dans le vinaigre.

Les pierres calcaires peuvent donc donner trois sortes de chaux ; nous dirions quatre si elles contenaient une quantité notable de magnésie; mais en général cette substance ne figure dans nos calcaires qu'en proportion négligeable.

Établissons donc que de nos fourneaux il peut sortir trois espèces de chaux : 1° la chaux hydraulique ; 2° la chaux maigre ; 3° la chaux grasse.

§ 152. **Caractères de la chaux hydraulique.** — L'aspect de la chaux hydraulique est généralement jaunâtre; arrosée par l'eau, elle foisonne très-peu et ne s'échauffe guère; l'acide chlorhydrique ne la dissout pas entièrement, et son résidu a l'aspect gélatineux. Si on en fait une pâte avec de l'eau et qu'on l'abandonne dans ce liquide pendant un certain temps, elle y durcit au lieu de s'y dissoudre; c'est pourquoi on l'appelle *hydraulique*.

Elle sert moins à l'agriculture qu'aux constructions, et quoiqu'on ait cru remarquer qu'elle est plus favorable aux prairies et à la croissance de la paille que les autres espèces de chaux, j'engagerais néanmoins à ne s'en servir en agriculture que lorsqu'on n'en a pas d'autre. Les bons effets qu'on lui attribue sont dus

non-seulement à son principe calcaire, mais encore aux silicates qu'elle renferme.

D'ailleurs, quand cette chaux n'est pas bien éteinte, et qu'on l'applique en dose un peu forte sur de la terre maigre et peu riche en détritus végétaux, elle donne lieu à une sorte de mortier qui la rend très-tenace. Arthur Young nous dit que, s'étant servi de chaux hydraulique dans de pareilles circonstances, il ne put, pendant plusieurs années, tirer du sol aucune récolte de céréales.

§ 153. **Propriétés de la chaux maigre.** — La chaux maigre est presque toujours un peu fauve ; on l'appelle ainsi parce que, se trouvant associée à du sable, la pâte qu'elle fait avec l'eau n'est ni aussi homogène ni aussi onctueuse que celle de la *chaux dite grasse*. Quand on l'arrose avec de l'eau, elle tarde d'autant plus à s'échauffer, et foisonne d'autant moins que la proportion des matières étrangères qu'elle renferme est plus considérable ; elle ne se dissout pas entièrement dans l'acide chlorhydrique, et laisse un résidu sableux.

§ 154. **Caractères de la chaux grasse.** — La chaux grasse, qui est celle dont nous devons nous occuper avant tout, puisqu'elle est la meilleure de toutes, ne tarde pas à s'échauffer et à foisonner notablement dès qu'elle est arrosée avec de l'eau. Quand elle est bien pure, la chaleur qu'elle dégage est tellement forte qu'elle pourrait enflammer la poudre. Ce fait est facile à vérifier sur de la chaux préparée avec du marbre, et à sa sortie du four.

La bonne chaux grasse doit se dissoudre entière-

ment dans l'acide chlorhydrique, ou laisser tout au plus 3 à 4/100 de sable. Quand elle est bien cuite, elle ne doit contenir ni *incuits*, ni *biscuits*, c'est-à-dire des fragments *peu cuits* ou *trop cuits*. Si la pierre calcaire était chimiquement pure, elle ne produirait jamais de biscuits, car la chaux peut subir la température la plus élevée sans s'agglutiner ; mais il n'en est plus ainsi dès qu'elle renferme des substances siliceuses ou argileuses, même en petite quantité : dans ce cas, et sous l'influence d'une trop haute température, il peut se former des *silicates* ou des *aluminates de chaux* qui, sans fondre, s'agglutinent néanmoins, et donnent lieu à ce qu'on appelle les *biscuits*.

La formation de ces rognons, ainsi que celle des *incuits*, dépend de la mauvaise conduite de la cuisson, et les chaufourniers ont intérêt à les éviter autant que les agriculteurs : les chaufourniers, parce qu'avec une bonne pierre calcaire ils obtiennent un mauvais produit ; les agriculteurs, parce qu'ils paient une matière, qui ne leur sert à rien, le même prix que si c'était de bonne chaux.

La *chaux grasse*, qu'on appelle aussi *chaux vive*, est d'autant plus avide d'humidité qu'elle est plus pure ; aussi, peu de temps après qu'elle est sortie du four, elle augmente sensiblement de poids, et commence à se déliter. Une fois qu'elle est tombée en poussière, son poids est augmenté à peu près d'un tiers ; cette augmentation est due non-seulement à de l'eau, mais encore à de l'acide carbonique de l'air, qui s'y est fixé ; de façon qu'il y a une grande différence entre la chaux qui a été éteinte directement, au moyen

de l'eau, et celle qui s'est éteinte spontanément par l'effet de l'air.

Dans les deux cas, l'augmentation de poids est à peu près la même ; mais tandis que la chaux éteinte par l'eau est très-active et très-caustique, à cause de sa grande division et de sa pureté, l'autre est peu efficace, à cause de sa compacité et de la forte proportion d'acide carbonique qu'elle renferme. En effet, la chaux éteinte par l'eau se dissout dans les acides sans faire effervescence, et elle est deux fois plus volumineuse que celle que l'air a éteinte et que les acides dissolvent en bouillonnant, quoiqu'elle ait été convenablement cuite.

En un mot, 100 kil. de chaux tombée en poussière sous l'action de l'air renferment 57 1/2 kil. de carbonate de chaux, ayant la même composition que la pierre calcaire avant la cuisson, et dont le seul mérite est d'être en poudre.

C'est donc une mauvaise idée que de préférer la chaux qui nous vient de loin à celle qui se fabrique chez nous, et que l'on peut se procurer à sa sortie du four, quand elle est pour ainsi dire encore chaude.

§ 155. **Sols appropriés au chaulage.** — Les sols auxquels la chaux convient de préférence sont ceux qui n'en contiennent pas naturellement ; c'est la raison qui le dit ; néanmoins, certains terrains non calcaires, mais très-compactes, humides, marécageux et froids, ne paient pas leurs chaulages, car ceux-ci ne sont quelque peu fructueux qu'à condition d'être extrêmement abondants.

Les terrains qui paient largement la chaux qu'on

leur donne sont les sols argileux, les siliceux, les argilo-siliceux, les schisteux, les granitiques, les tourbeux et les landes, surtout quand elles sont drainées ou du moins quand leur sous-sol est perméable. Souvent l'examen de la végétation naturelle d'une contrée indique si les chaulages y seront productifs ou non : ainsi le *chardon*, le *coquelicot*, le *mélampyre*, la *chicorée sauvage*, le *sainfoin*, l'*arrête-bœuf*, le *noyer* sont des plantes qui n'indiquent pas l'opportunité des chaulages : c'est tout le contraire pour les terres riches en *fougère*, en *genêt*, *bruyère*, *agrostis*, *oseille-vinette*, *épine noire*, *digitale*, *ajonc*, *petite matricaire*, *chiendent* et *laîche*. Dans ce cas, la chaux ne peut produire que d'excellents effets.

§ 156. **A quelles cultures la chaux est spécialement utile.** — Les cultures sur lesquelles la chaux exerce une action remarquable sont les céréales et les légumineuses. Rien n'est plus curieux et en même temps plus instructif que de comparer du blé venu sur une terre chaulée avec celui qui a végété sur des terres auxquelles on n'a jamais donné de chaux, ou bien qui sont épuisées. Le grain des terres chaulées est luisant, lourd, arrondi, donne un son plus fin et peu abondant, sans compter que la plante verse difficilement, talle beaucoup, et que sa récolte est relativement abondante.

L'avoine et l'orge n'éprouvent pas moins les bons effets de la chaux.

Aucune légumineuse n'y est aussi sensible que le trèfle, et quand il végète dans des terres argileuses et froides, il la préfère au plâtre, ce qui est beaucoup dire ;

cependant, il est aisé de le constater, si l'on compare deux divisions d'un même champ de trèfle, l'une chaulée, l'autre plâtrée. Les vesces et les pois acquièrent aussi sur les terres chaulées un grand développement, mais qui n'est pas comparable à celui du trèfle.

Les pommes de terre, le colza et la navette s'accommodent à leur tour de la chaux, et la culture des navets, à en juger par ce qui arrive en Angleterre, donne, elle aussi, de magnifiques résultats.

Les effets de la chaux ne sont pas aussi certains sur les prairies naturelles. Si le sol n'est pas sain, et si la chaux n'est pas mêlée à de la terre, les récoltes ne paieront pas les frais. Le chaulage des prairies humides et marécageuses ne sera vraiment utile que lorsqu'il aura été précédé par un assainissement; de plus, il faudra que la chaux ait été répandue par un temps sec, dans une forte proportion, et associée à des composts terreux. Quand ces conditions se trouvent réunies, la chaux féconde aussi bien les prairies naturelles que les champs de céréales, et on est alors étonné de la rapidité avec laquelle le jonc et la mousse cèdent leur place aux bonnes plantes prairiales.

§ 157. **Quantités de chaux qu'on doit donner à la terre.** — En France, les quantités de chaux que l'on donne aux terres varient, selon les localités, dans le rapport de 1 à 3. Tandis que, dans les terres argileuses de la Normandie, on chaule à raison de 9 à 10 hectolitres par hectare et par an, dans la Mayenne, on n'en met que de 3 à 4 1/2.

Non-seulement on rencontre des variations dans

les doses annuelles, mais aussi dans la longueur des périodes qui séparent deux chaulages. Dans la Sarthe, on chaule tous les trois ans ; dans la Mayenne, tous les quatre à six ans.

Ces différences me paraissent indispensables, à cause que toutes les terres ne se ressemblent pas et que toutes les exploitations ne produisent pas des quantités proportionnellement égales de fumier.

Si l'on voulait suivre l'exemple de certains cultivateurs anglais, on donnerait tout d'un coup 350 hectolitres de chaux à un hectare de terre très-argileuse, pour ne plus recommencer que quinze ou vingt ans après.

Quels que soient les avantages d'une pareille méthode, je doute fort qu'elle soit jamais suivie en France, où les baux ne sont pas très-longs et où l'agriculture ne possède ni de grands capitaux, ni beaucoup de fumier.

Si le sol est léger, si la couche de terre végétale n'est pas profonde et si l'humus n'y est pas abondant, un fort chaulage peut bien produire de très-belles récoltes, mais, à coup sûr, il épuisera la terre.

D'un autre côté, un faible chaulage pratiqué dans des terres argileuses riches en détritus végétaux non décomposés, ou dans des terres siliceuses abondamment pourvues de terreau, ou bien encore dans des sols tourbeux, ne produira que de pauvres résultats. Dans de pareilles conditions, c'est le cas ou jamais de chauler en abondance.

Quand on a beaucoup de fumier, ou que l'on est décidé à enterrer des récoltes vertes, et que le sol

est schisteux ou granitique, les forts chaulages offrent des avantages incontestables. En vertu de l'action que la chaux exerce sur les schistes et les granits, de fortes quantités d'alcalis deviennent libres, et les terres se trouvent ainsi enrichies d'un principe de fertilité qu'elles renfermaient à l'*état latent ;* de plus, la présence de beaucoup de chaux dans la terre végétale détermine la formation de nitrates en partie aux dépens de l'azote de l'air : or, on sait que ces substances sont des engrais de premier ordre dont on ne se sert guère, leur prix commercial étant trop élevé.

§ 158. **Renouvellement des chaulages.** — L'époque du renouvellement des chaulages doit nécessairement varier, selon l'abondance des chaulages précédents ; on est toujours averti que le moment approche par les changements qui surviennent dans les produits de la terre chaulée : d'abord la quantité de ces derniers diminue, les grains ne sont plus aussi beaux qu'auparavant, et certaines plantes que la chaux avait expulsées apparaissent de nouveau.

On se demande souvent si les nouveaux chaulages doivent être égaux aux précédents.

Il est difficile de fixer des règles absolues à cet égard. En Écosse, par exemple, non-seulement on débute par des chaulages très-abondants, des centaines d'hectolitres par hectare, mais on continue avec des quantités encore plus fortes. Dans ce pays, les chaulages à petite dose sont considérés comme de l'argent gaspillé ; mais il faut dire que les cultures légumineuses, y prédominant sur toutes les autres, améliorent sans cesse le sol, et la quantité de fumier qu'elles permettent

de produire est énorme ; voilà pourquoi ces terres ne se fatiguent jamais de l'excès de chaux. En Écosse, les grands chaulages marchent de front avec les grandes fumures.

La France, qui produit moins de viande que l'Angleterre et qui, par conséquent, ne possède pas autant de fumier, ne peut pas suivre de pareils errements, ou du moins elle ne pourrait le faire que dans des localités exceptionnelles.

D'ailleurs, une distinction est nécessaire entre le *chaulage foncier* et le *chaulage périodique et normal*.

Le premier inaugure, pour ainsi dire, l'ère de la chaux dans une exploitation. C'est une opération qui a pour effet de *compléter le terrain*.

Le second a pour but de l'entretenir.

Dans le premier cas, on ne met jamais trop de chaux, car soit dans les vieilles terres qui n'ont jamais été chaulées, soit dans les landes, elle trouve généralement assez de substances végétales à huméfier ou assez de substances acides à neutraliser.

Dans le second cas, une forte dose pourrait nuire si elle n'était pas suivie de fortes fumures.

Il existe donc une solidarité entre la chaux et le fumier, dans ce sens qu'on pourra augmenter l'usage de la première avec d'autant plus de sécurité qu'on pourra largement disposer du second.

Les intervalles qui séparent les chaulages et les proportions de ceux-ci dépendent aussi de la nature des cultures, de la qualité de la terre et des circonstances climatériques.

Toutes choses égales d'ailleurs, une série de récoltes

riches en chaux enlèveront au sol une quantité plus grande de ce principe qu'un égal nombre de récoltes dans lesquelles il s'y trouverait en moindre proportion.

Le tableau suivant donnera une idée des quantités de chaux absorbées par les différentes récoltes :

1,000 kil.	de froment enlèvent à la terre	0 k.	697 g.	de chaux.
	de paille —	5	949	—
—	d'avoine —	1	503	—
	de paille —	4	208	—
—	d'orge —	1	255	—
	de paille —	1	116	—
—	de seigle —	0	965	—
	de paille —	2	307	—
—	de sarrasin —	1	660	—
	de paille —	17	821	—
—	trèfle fané —	15	800	—
—	pommes de terre —	0	193	—
—	betteraves —	0	750	—

Si l'on se rappelle que le poids moyen d'un hectolitre de bonne chaux est de 77 kilogrammes, il sera aisé de connaître l'appauvrissement approximatif occasionné par les cultures. Ce tableau sous les yeux, on remarque de suite combien l'assolement qui domine en Bretagne, et qui fait du sarrasin et du blé les deux cultures capitales, combien cet assolement, dis-je, réclame l'usage de la chaux, car ces deux plantes sont précisément celles qui enlèvent la plus grande proportion de ce principe à la terre. Si à cette considération on ajoute que le sol breton n'est pas calcaire, et que par sa nature argilo-schisto-granitique il est très-apte à s'améliorer en vertu de l'action modificatrice de la chaux, on voit combien cet engrais devrait être en faveur chez nous.

Il est vrai que la pénurie de fumier nous commande une certaine prudence dans l'usage de la chaux, mais il est également vrai que nulle contrée en France n'est aussi *herbigène* ni aussi riche de substance végétale que la nôtre; et si nous nous persuadions une bonne fois que les effets de la chaux, quelque éclatants qu'ils soient, ne sont durables qu'autant que le sol où ils se manifestent est pourvu de substances organiques, nous pourrions, en attendant une plus grande production de fumier, pratiquer les enfouissages des récoltes vertes, utiliser la tourbe et les composts.

Ce serait une bien grande erreur, si dans le renouvellement des chaulages on ne tenait pas compte de la nature de la terre. Dans les sols peu profonds, légers, peu fertiles et dans les terres mouillées, les chaulages doivent être rapprochés, mais faibles ; dans les sols profonds, argilo-schisteux, argilo-granitiques, argilo-siliceux, riches en terreau, dans les sols tourbeux bien drainés ou à sous-sol perméable, les chaulages peuvent avoir lieu à de longs intervalles, pourvu qu'ils soient abondants.

Le climat mérite aussi une attention particulière. Les chaulages doivent être plus abondants et plus souvent répétés dans les pays pluvieux que dans les pays secs. Est-il besoin de démontrer que la pluie légère qui pénètre dans l'épaisseur de la terre aussi bien que la pluie torrentielle qui en lave la surface font toujours disparaître une certaine quantité de chaux, soit en la dissolvant, soit en l'entraînant ? Au surplus, dans un sol que les fréquentes et copieuses pluies rendent sans cesse humide, la pourriture des matières organiques

est plus prompte et plus énergique que dans un sol ordinairement sec ; or, cette circonstance a pour effet la formation d'acides qui, rendant soluble la chaux, la disposent à être entraînée par les eaux loin de la couche arable.

Ainsi, la nature du sol, du climat et des cultures doit décider si les chaulages seront copieux ou modérés, et si leur renouvellement aura lieu ou non à longues périodes. Cette question, comme beaucoup d'autres, doit être résolue plutôt par le bon sens de l'agriculteur que par des idées préconçues et systématiques.

§ 159. **Procédés de chaulage.** — Nous ne parlerons pas des procédés de chaulage pratiqués dans les pays étrangers, mais seulement de ce que l'on fait chez nous, ou près de nous.

En général, on n'introduit pas directement dans le sol la chaux éteinte, ainsi qu'on le fait en Allemagne et en Angleterre, mais on l'associe toujours à de la terre, ou, quand on le peut, à des matières organiques. Ceux qui suivent la première méthode déposent la chaux dans les champs par petits tas espacés, comme des tas de fumier ; ils les recouvrent de terre, et après vingt à vingt-deux jours, ils les remuent : s'ils y trouvent la chaux bien éteinte, ils mêlent la masse avec soin et ils procèdent à l'épandage ; si, au contraire, il leur semble que la chaux ne soit pas encore suffisamment délitée, ils recouvrent chaque petit monceau de terre, et attendent encore huit à dix jours avant de chauler.

Dans la Mayenne et la Sarthe, on suit la seconde méthode.

Durant l'hiver, on rassemble sur la fourrière du champ destiné à être chaulé la terre que la charrue y a poussée, et on lui ajoute des gazons, des curures de fossés et de mares, des boues de cours, et toute sorte de débris végétaux ; on mêle le tout ensemble, et lorsque la masse est devenue assez sèche, on la dispose en forme d'un prisme triangulaire qu'on appelle *tombe*. Au mois de mars, lorsque le moment d'éteindre la chaux est arrivé, on pioche la tombe pour la former de nouveau ; mais on a le soin de ménager à la partie supérieure et jusqu'aux deux tiers de l'épaisseur du tas un large sillon, où l'on dépose la chaux telle qu'elle arrive, et on la recouvre de 15 à 20 centimètres de terre, en donnant à la partie supérieure du prisme une forme bombée. Quatre ou cinq jours après, on mêle la chaux à la terre, en commençant par un bout et en suivant jusqu'à l'autre bout. Le mélange doit être fait avec soin et très-intime, car l'efficacité du compost en dépend.

Le mélange terminé et le prisme rétabli, on l'abandonne encore, pour le remuer et le former de nouveau quinze ou vingt jours après. Malgré les limites indiquées, on considère le compost calcaire comme d'autant plus actif qu'il a été remué souvent et préparé longtemps avant son emploi.

Voilà pour les semailles de printemps ; pour celles d'automne, on procède de la même manière, mais entre la Saint-Jean et la fin de septembre.

En Normandie et dans la Flandre, au lieu de faire des tombes sur les fourrières, on y entasse la terre avec les débris végétaux et on laisse *mûrir* la masse

jusqu'au moment de l'arrivée de la chaux ; alors, on stratifie celle-ci avec la terre, et au bout de trois ou quatre jours, temps nécessaire pour que la chaux s'éteigne, on mêle intimement les différentes couches et on reconstitue le tas pour le remanier encore dix à douze jours après. Ici, comme ailleurs, on est convaincu que plus nombreux ont été les remaniements et plus intimes les mélanges, plus grande est l'efficacité du chaulage.

On ne procède pas autrement quand on fait entrer du fumier dans les composts de chaux. Cependant, le fumier n'y est incorporé que lorsque le mélange de la chaux et de la terre est très-intime. Le plus souvent, on introduit le fumier dans les mélanges calcaires peu de jours avant l'époque des semailles ; d'autres font le contraire, et, sous l'étrange prétexte que la *chaux réchauffe le fumier*, introduisent celui-ci longtemps avant l'épandage.

Je laisse de côté la partie économique de ce procédé, et je ne veux pas m'inquiéter si la main-d'œuvre et les nombreux charrois qu'exige cette opération ne la rendent pas dispendieuse ; mais je n'hésiterai pas à la considérer comme nuisible, et si, dans quelques contrées, l'expérience a démontré que les composts de chaux et de fumier sont très-actifs, c'est, sans doute, parce que la chaux se trouve heureusement associée à une grande quantité de terre ; alors le fumier se décompose avec beaucoup de lenteur, et les pertes d'ammoniaque qu'il éprouve sont insignifiantes. Hors de ce cas particulier, rien n'est plus mauvais que de mêler de la chaux à du fumier fait ; si l'on en veut la preuve,

on n'a qu'à passer à côté de certaines tombes de la Mayenne, pour être frappé de leur odeur ammoniacale. Et cette ammoniaque qui va dans l'air, à qui sert-elle? Pas certainement aux cultures auxquelles on destine le chaulage.

Je comprendrais qu'on ajoutât la chaux à du fumier frais, car dans cet état il ne pourrait pas perdre l'ammoniaque, qu'il ne renferme pas encore; de plus, la chaux, en se combinant avec certains principes azotés des déjections, en retarde la décomposition (c'est ce que les expériences de M. Payen ont démontré); mais quand le fumier est fait, c'est méconnaître les éléments de la chimie que de l'associer à la chaux.

Que les agriculteurs qui ont cette habitude, à mon avis funeste, se donnent la peine de jeter une poignée de chaux dans du fumier de deux à trois mois, et, après en avoir fait un mélange, qu'ils veuillent bien constater l'odeur ammoniacale qui s'en dégagera. Eh bien! ce qui arrive dans cet essai arrive également dans les composts, si toutefois une grande quantité de terre n'a pas affaibli et réduit à peu de chose l'action spéciale de la chaux. Il vaudrait cent fois mieux fumer et chauler en même temps, ou bien faire succéder l'une à l'autre les deux opérations. Mais introduire du fumier fermenté dans les composts de chaux, c'est l'appauvrir de sa partie la plus active et la plus efficace.

Différents agronomes ont prétendu établir le rapport le plus convenable entre la terre et la chaux pour former les composts. Comme on le pense bien, les variations de ces rapports sont fort nombreuses, et il ne peut pas en être autrement, car tout dépend de la facilité

avec laquelle on peut se procurer cette espèce de terreau qui doit servir d'excipient à la chaux.

§ 160. **Conditions nécessaires à la réussite du chaulage.** — L'épandage de la chaux devrait toujours avoir lieu sur un sol sec ou assaini, et par un beau temps. La pluie empâte la chaux et lui rend plus difficile de se mêler intimement avec la couche arable; cependant, lorsque les composts sont suffisamment terreux et homogènes, et lorsque la chaux s'y trouve bien délitée, la pluie n'occasionne pas d'inconvénients.

Quelque bonne que soit la chaux, ses effets dépendront plus ou moins du soin qu'on donne à son enfouissage. D'abord, avant de la répandre, il faut que la surface du champ qui doit la recevoir soit hersée, et par conséquent bien unie et bien plane : l'enfouissement peut être exécuté à l'aide de l'extirpateur ou du scarificateur ; mais si le sol n'était pas bien préparé, il faudrait avoir recours à la charrue.

C'est une faute que d'enterrer la chaux à toute profondeur, par un seul labour, car il peut se former au-dessous de la couche ameublie une croûte calcaire nuisible aux plantes autant qu'à la terre.

Rien ne vaut mieux que d'enterrer la chaux peu profondément et par plusieurs labours et hersages, car, se trouvant plus intimement mêlée avec la terre, elle ne nuira pas à la germination des semences, s'il survenait une sécheresse. Ce n'est que dans le cas où la couche arable aurait été ameublie par de fréquents labours de jachères que la chaux pourrait y être enfouie par un seul labour.

En Bretagne, à moins que les semailles ne soient

exécutées sous raie et que la chaux ne soit appliquée la veille des ensemencements, le chaulage a lieu avec l'avant-dernier labour.

§ 161. **Mode d'agir de la chaux.** — On a attribué aux abondants chaulages la faculté de modifier les propriétés physiques de la terre ; on est arrivé à soutenir que la chaux lui communique les caractères distinctifs des sols calcaires, c'est-à-dire de se déliter et de s'ameublir aux divers changements atmosphériques. Après un peu de réflexion, on admettra avec peine que quelques millièmes de chaux puissent donner lieu à des modifications aussi notables, d'autant plus qu'il est démontré que la quantité de la chaux incorporée avec la terre diminue d'année en année, tant sous l'influence des racines que sous celle des eaux. Il ne faut pas oublier que le volume d'un hectare de terre qui recevrait 100 hectolitres de chaux jusqu'à la profondeur de 20 centimètres, n'augmenterait que de 5 millièmes. Est-il possible qu'une aussi faible proportion d'une matière étrangère puisse modifier sensiblement les propriétés mécaniques et physiques d'un sol ?

Mais, si dans les circonstances ordinaires l'on peut contester à la chaux une influence mécanique et physique, on ne saurait lui nier une action chimique des plus complexes et des plus remarquables.

Depuis un temps immémorial, on sait que la chaux désorganise les matières animales et végétales ; tel sera donc son premier effet dès son introduction dans le sol. Cette propriété explique déjà ses résultats admirables dans les sols défrichés où les siècles ont

accumulé de grandes quantités de débris organiques ; elle explique également pourquoi un épandage inégal et un chaulage trop abondant au moment des semailles peuvent faire manquer la récolte ; les radicelles délicates qui sortent des graines germées peuvent être brûlées par leur contact avec une trop grande quantité de chaux.

Dans ces derniers temps, M. Boussingault a montré qu'une faible partie seulement de l'azote des fumiers et de tous les engrais animaux (celui probablement qui se trouve à l'état d'ammoniaque ou de nitrate), agit de suite sur la végétation, tandis que le reste se fixe dans la terre, et dès lors son action devient si lente qu'on pourrait la considérer comme nulle. Mais tout fait croire que la chaux, en sa qualité d'alcali, réveille, pour ainsi dire, l'azote assoupi, et le fait passer à cet état sous lequel les racines l'absorbent promptement.

Si l'on introduit de l'argile dans de l'eau tenant en suspension de la chaux, c'est-à-dire dans du lait de chaux, et si l'on agite souvent le mélange, on verra qu'après un certain temps celui-ci s'épaissit ; vient-on à le jeter sur un filtre, on trouvera des alcalis dans la liqueur filtrée ; attaque-t-on le mélange par l'acide chlorhydrique, une partie se dissoudra et l'autre partie prendra l'aspect de la gelée de fruits.

Cela signifie que la chaux non-seulement a enlevé à l'argile une partie de sa silice pour former un silicate de chaux, mais qu'en même temps elle a décomposé les très-petites parcelles de silicates alcalino-terreux

(feldspath, mica, etc., etc.) que les argiles renferment toujours.

Ces faits prouvent que l'action de la chaux se porte aussi sur les principes minéraux de la terre arable, et ils rendent compte des effets admirables du chaulage dans nos terres qui sont de nature schisteuse et granitique ; la chaux enlève la silice à la partie argileuse des schistes et donne lieu à la formation d'un silicate de chaux qui, rendu soluble par l'acide carbonique du sol et des eaux, sera absorbé par les racines et ira porter la rigidité aux tiges des céréales.

D'un autre côté, les alcalis dégagés du granit où ils étaient emprisonnés vont s'offrir à leur tour aux racines et apportent aux plantes des éléments énergiques de développement.

Ainsi, cette poussière granitique ou schisteuse qui abonde dans nos terres arables, et qui est par elle-même une sorte de détritus minéral inerte, va devenir tout à coup, par l'influence bienfaisante de la chaux, une source de silice, de potasse et de soude, c'est-à-dire des trois principes indispensables à l'existence et à la prospérité des plantes.

M. Payen a trouvé que la chaux a la propriété de modérer la déperdition du gaz ammoniacal, produite par les engrais en fermentation. Nous savons d'ailleurs que la chaux, associée à des déjections animales récentes, se combine avec leurs principes azotés ; ceux-ci fermenteront plus tard, mais leur azote passera à l'état de carbonate d'ammoniaque, dont les racines sont très-avides.

La chaux régularise donc, pour ainsi dire, la formation de l'ammoniaque dans le sol.

Voilà pour les effets essentiellement chimiques de la chaux privée d'acide carbonique par la cuisson. Mais elle ne peut pas rester longtemps décarbonatée, car dès qu'elle est complétement incorporée avec la terre, elle se trouve entourée d'acide carbonique ; dès lors, elle doit se convertir en carbonate, et ne différera plus de la pierre d'où elle provenait que par son extrême division. Son action change donc d'allure, mais ses effets ne sont pas moins importants. D'abord, même à l'état de carbonate, elle neutralise l'acidité du sol, et c'est pourquoi elle fait tant de bien dans les sols tourbeux ; ensuite, par son contact avec des matières organiques, et surtout si le sol est perméable, elle contribue à la formation spontanée des *nitrates* et à faire passer les sels ammoniacaux à l'état de *carbonate d'ammoniaque*.

Enfin, la chaux joue le rôle d'aliment, et contribue, pour sa part, au développement des plantes, ainsi que le font les douze ou treize autres principes qu'on trouve dans les cendres.

Qu'on compare maintenant le mode d'agir de la chaux avec celui de toutes les autres substances fertilisantes, et l'on trouvera pourquoi rien que la chaux a régénéré tant de contrées agricoles. Tous les engrais, à commencer par le fumier, ne fertilisent que par eux-mêmes, c'est-à-dire en vertu de ce qu'ils apportent au sol ; le guano, par son phosphate, ses sels ammoniacaux et son acide urique ; les coprolithes, par leur phosphate ; le noir animal des raffineries, par son

phosphate et par ses principes organiques azotés ; le fumier, par la multitude de ses principes fertilisants, tels que matières organiques azotées, sels ammoniacaux, phosphates solubles, carbonates et silicates alcalins.

La chaux, au contraire, agit comme un aliment des plantes et par l'action vivifiante qu'elle exerce autour d'elle : c'est en vertu de cette action que le schiste et le granit se transforment en terre fertile ; que les détritus végétaux, acidifiés par suite d'une lente pourriture, deviennent tout à coup un terreau fécondant ; enfin, la chaux non-seulement fixe l'ammoniaque en la disposant à une facile assimilation, mais elle l'engendre en provoquant la décomposition des détritus organiques azotés contenus dans la terre arable, et détermine la formation des nitrates, qui, avec les sels ammoniacaux, constituent les aliments par excellence des plantes.

§ 162. **Inconvénients de l'abus de la chaux.** — Mais il en est de la chaux comme des meilleures choses du monde : son abus est pernicieux.

Ce que les récoltes n'empruntent pas à l'air, elles l'empruntent au sol ; voilà pourquoi il est nécessaire de donner des engrais à la terre, pour qu'elle puisse toujours fournir des récoltes. Pourquoi une terre chaulée est-elle si productive ? C'est que, la chaux rendant les matières fertilisantes du sol beaucoup plus assimilables, les racines se trouvent plus que d'ordinaire pourvues d'une abondante nourriture.

Mais si la récolte a été belle, l'emprunt qu'elle a fait au sol a été grand ; et si après on fume abondam-

ment, l'équilibre se rétablit, et le sol redeviendra ce qu'il était auparavant. Si, au lieu d'une forte fumure, on fait un nouveau chaulage, la récolte qui lui succédera sera peut-être encore belle ; mais alors le sol se trouvera appauvri deux fois de suite, et si l'on continue de la sorte, le jour arrivera où la terre se trouvera épuisée.

On peut donc accepter comme un principe que, tant qu'*on alterne les fumures et les chaulages*, il n'y a que profit à attendre ; mais si l'on chaule coup sur coup, l'abus commence, et la ruine arrive à grands pas.

Qu'on ne s'y méprenne pas, les chaulages appellent le fumier, et non pas les engrais incomplets.

On se tromperait étrangement, si l'on croyait entretenir indéfiniment la fertilité en faisant suivre les chaulages par du guano ou des phosphates naturels, ou du noir animal, ou de la charrée sèche, ou des poudrettes, ou des tourteaux, etc., etc. Non, il faut du fumier, rien que du fumier ; et les engrais que nous venons de nommer peuvent bien compléter les fumures, leur servir d'auxiliaires, mais ils n'en tiendront jamais la place.

N'oublions pas que, sous le régime des chaulages, les terres s'appauvrissent de matière organique, et que celle-ci ne peut pas être réintégrée dans le sol par des engrais qui n'en contiennent que très-peu : au surplus les engrais qui agissent spécialement par leurs phosphates sont, pour ainsi dire, paralysés par la chaux. C'est faute d'avoir connu ce fait ou pour l'avoir oublié, que bien des agriculteurs ont essuyé

des déceptions en se servant de bon noir animal.

Les effets de l'abus de la chaux deviennent encore plus désastreux quand les agriculteurs, alléchés par l'appât d'un bénéfice du moment, emblavent outre mesure et restreignent d'autant la culture des fourrages. Récoltes abondantes de céréales et faible production de fumiers ne peuvent marcher ensemble que dans des situations exceptionnelles. Si le bas prix de la chaux et la facilité de s'en procurer nous tentent, n'oublions pas du moins d'en faire profiter encore les prairies, de façon que si nous avons plus de blé, nous ayons aussi plus de fourrages. N'oublions pas, si nous voulons obtenir de l'usage de la chaux des effets utiles et constants, que *les chaulages et les fumures sont réciproquement solidaires.*

CHAPITRE XIX.

MARNE, TANGUE, SABLON CALCAIRE.

Sommaire. — 163. Aspect des *sols marneux*. Classement des *marnes*. — 164. Terres appropriées au marnage. — 165. Analyse mécanique de la marne. — *a*. Par la méthode de M. de Gasparin. — *b*. Par la méthode de M. Masure. — 166. Doses du marnage. — 167. Action de la marne. — 168. Mode d'application de la marne : effets de son abus. — 169. Provenance de la *tangue*. — 170. Composition variable de la tangue. — 171. Mode d'emploi. — 172. Mode d'action. — 173. Nature du *sablon calcaire*. — 174. Terres et cultures propres au *falunage*. Principaux gisements de sablon calcaire ou *falun*, dans le département d'Ille-et-Vilaine. — 175. Composition et mode d'emploi du sablon calcaire. — 176. Quantité appliquée par hectare. Mode et durée d'action.

La chaux, considérée à l'état caustique ou à l'état de chaux vive, ne peut pas agir très-longtemps, car

en séjournant dans un milieu tel que la terre arable, où l'acide carbonique abonde, elle doit nécessairement passer à l'état de carbonate. Ainsi, la désagrégation des matières organiques, la modification des argiles, la mise en liberté des alcalis, ne peuvent s'effectuer que dans la première période du chaulage ; et lorsqu'on parle de l'action de la chaux qui se fait sentir pendant une longue suite d'années, on fait allusion, sans s'en douter, au carbonate de chaux très-divisé, qui provient de la chaux avec laquelle on a fait le chaulage.

Voilà pourquoi, lorsqu'au lieu de chauler, on marne, soit avec de la marne proprement dite, ou avec de la tangue, ou avec du sablon calcaire, on obtient, pendant des années et des années, des résultats qui ne diffèrent pas essentiellement de ceux que produit le chaulage. Parlons donc des engrais minéraux dont le principe actif est le carbonate de chaux. Nous commencerons par la *marne*.

§ 163. **Aspect des sols marneux. Classement des marnes.** — Pline fait honneur aux Gaulois et aux Bretons d'avoir découvert les bons effets de la marne, et il dit que ces peuples allaient fouiller la terre à 30 mètres de profondeur pour trouver cet amendement.

Les marnes, se trouvant d'ordinaire dans des terrains de sédiment peu anciens, sont quelquefois associées à des débris organiques azotés qui ajoutent à leur puissance fertilisante. L'aspect du sol indique souvent les bancs de marne qui se trouvent très-près de la surface de la terre : on y voit des *sauges*, des *plantains*, des *ronces*, l'*ononys*, le *tussilage*.

Le caractère distinctif des marnes est celui de se déliter à la façon de la chaux, et de tomber en une poussière dont l'homogénéité et la ténuité sont tellement grandes que l'art n'a jamais pu les imiter.

On appelle *argileuses* les marnes qui contiennent de 20 à 50 0/0 de calcaire, de 50 à 75 0/0 d'argile, plus un peu de sable.

Les *marnes sableuses* contiennent de 20 à 50 0/0 de calcaire, de 50 à 75 de sable, plus un peu d'argile.

Les *marnes calcaires* ne doivent jamais renfermer moins de 50 et plus de 95 0/0 de calcaire ; le reste est un mélange de sable et d'argile.

Il existe aussi des marnes *magnésiennes* qui ne sont guère connues en France, et des marnes *gypseuses*, qui conviennent fort aux prairies, mais qui sont trop rares pour qu'on ait à compter sur leur importation.

Enfin, on appelle *sable marneux*, ou *argile marneuse*, toute marne sableuse ou argileuse qui contiendra moins de 20 0/0 de carbonate de chaux. Pareillement, on appelle *calcaire marneux* tout calcaire qui ne contiendra pas plus de 20 0/0 de marne délitable.

§ 164. **Terres appropriées au marnage.** — Les grandes variations que présente la composition des marnes, indiquent que cet engrais ne doit pas être appliqué indistinctement à toutes les terres. Ainsi, les marnes calcaires devront être préférées pour les terres entièrement dépourvues de carbonate de chaux; les marnes argileuses doivent être réservées pour les terres légères; dans les terres froides et fortes on mettra les marnes sableuses. Et comme ces diffé-

rentes applications ne peuvent se faire convenablement qu'à condition de connaître la nature de la marne, on ne devrait jamais acheter de cet amendement sans en connaître l'analyse.

J'ai hâte d'ajouter que souvent l'analyse ne suffit pas; car, la marne agissant en grande partie par son état de division, il arrive que sa faculté fertilisante est amoindrie par la présence de rognons ou de noyaux qui ne se délitent pas. M. Lartet a constaté que deux marnes d'égale composition n'ont produit le même effet qu'en rendant la dose de l'une d'elles huit fois plus forte que celle de l'autre; cependant, leur teneur en carbonate de chaux était la même; mais tandis que l'une des deux marnes se délitait complétement, l'autre laissait 87 0/0 de rognons indélitables, dont la composition était la même que celle de la masse entière.

§ 165. **Analyse mécanique de la marne.** — a. *Par la méthode de M. de Gasparin.* — L'analyse ne pouvant pas faire connaître la circonstance dont nous venons de parler, il importe que le consommateur sache lui-même la découvrir : à cet effet, suivant les indications de M. de Gasparin, il n'a qu'à introduire un kilogramme de la marne qu'il veut acquérir, dans une terrine à bec, presque pleine d'eau; une heure après, il agitera la masse avec une baguette, et il fera écouler immédiatement une portion du liquide, qui entraînera avec lui les parties les plus fines de la marne ; il remettra autant d'eau qu'il a enlevé, et recommencera la même opération, et cela autant de fois qu'il sera nécessaire, pour que l'eau, immédiatement

après l'agitation, redevienne claire : le résidu non délité sera séché et pesé. La différence entre ce dernier poids et le kilogramme de matière sur laquelle on a opéré, représentera la portion active de la marne qu'on aura examinée. Il ne restera plus qu'à augmenter la quantité qu'on veut donner à la terre, proportionnellement à la quantité de rognons inactifs que l'analyse mécanique a mis en évidence. Il est inutile de dire que la marne complétement délitable doit toujours être préférée, puisqu'en définitive elle revient moins cher. Effectivement, la masse à employer étant moindre, les frais de charroi et d'épandage sont réduits d'autant; toutes les parties de l'amendement étant actives, les effets doivent être plus prompts, et plus prompte, par conséquent, la rentrée du capital.

b. *Par la méthode de M. Masure.* — La méthode de M. de Gasparin ne saurait être suivie qu'autant que l'analyse chimique serait faite exclusivement sur la partie délitable, attendu que la composition de cette dernière n'est pas toujours la même que celle des rognons. Il y a plus : la partie qui se délite est loin d'être homogène, et l'élément calcaire ne s'y trouvant pas sous un même et seul état physique, son action ne peut pas être simplement mesurée par son poids. A la suite de ces considérations, M. Masure a proposé un procédé d'analyse mécanique qui est beaucoup plus propre que le précédent à donner une idée exacte de la nature d'une marne et à permettre de discuter d'avance son emploi et ses effets.

Voici la description de cette méthode que je repro-

duis textuellement d'après une note inédite que l'auteur a bien voulu me communiquer.

1° SÉPARATION DES PIERRES ET DES GRAVIERS.

« On prend un échantillon bien choisi de 1 kilogramme de la marne à essayer. On le met dans l'eau pour délayer la masse et on l'y laisse vingt-quatre heures, en agitant de temps en temps.

« La masse délayée est jetée peu à peu sur une passoire à fond de toile métallique (un passe-bouillon ordinaire) ; les trous de ma passoire avaient la forme de petits carrés de 1/2 millimètre de côté.

« On verse de l'eau sur la marne et on facilite à la main le lavage. Les pierres et les graviers restent sur la passoire où ils sont promptement et parfaitement lavés avec 10 à 12 litres d'eau.

« Les pierres et les graviers sont séchés à l'air, pesés et examinés.

2° LÉVIGATION DES PARTIES ENTRAINÉES PAR L'EAU.

« L'eau de lavage est conservée dans de grands bocaux en verre, les parties fines entraînées par l'eau y sont déposées au bout de vingt-quatre heures. On décante l'eau, au moyen d'un siphon, on réunit les dépôts dans une assiette et on les laisse sécher à l'air.

« On prend une cinquantaine de grammes de cette masse pour les faire dessécher à 100° dans une étuve de Gay-Lussac. On y dessèche en même temps deux petits filtres pour recevoir et peser les parties séparées par la lévigation.

« On pèse, à 1 centigramme près, quand ils sont

encore très-chauds : 1° 10 grammes de la matière desséchée ; 2° les deux filtres.

« Les 10 grammes sont mis dans un verre à expérience rempli d'eau, pour y être délayés pendant plusieurs heures. C'est sur ces 10 grammes seulement qu'on fait l'analyse ; mais le dépôt dans l'eau ayant été aussi homogène que possible, la composition des 10 grammes soumis à l'analyse, représente la composition du dépôt.

« J'emploie le même appareil de lévigation que pour les terres arables et l'opération est conduite de la même manière (§ 18, b).

3° DOSAGE DU CALCAIRE DANS LA PARTIE PULVÉRULENTE.

« Les matières entraînées par l'eau, dans la lévigation, sont réunies sur un filtre et pesées. Après le pesage, le filtre est remis sur son entonnoir. A l'aide de quelques gouttes d'eau versées en dessus et en dedans, le papier reprend, sans se déchirer, ses formes le long de l'entonnoir. On y verse peu à peu de l'acide chlorhydrique étendu de quatre fois son volume d'eau jusqu'à ce que toute effervescence ait cessé. On termine en remplissant le filtre d'eau acidulée. On lave enfin le filtre à grande eau.

« Pour toutes ces manipulations, il convient de se servir d'eau de pluie filtrée.

« Le filtre est de nouveau séché à l'étuve et pesé. La perte de poids due à l'action décomposante et dissolvante de l'eau acidulée sur le calcaire, représente le poids du calcaire.

« On peut aussi doser dans le calcaire le phosphate

de chaux par la méthode de Davy. On neutralise la liqueur acide, contenant tout le calcaire, par l'ammoniaque ; le phosphate se précipite ; on le réunit sur un filtre, on le fait sécher à 100° et on le pèse. Le poids obtenu est le poids du phosphate hydraté. Pour avoir le poids du phosphate anhydre, on pourrait le calciner ; mais, de nombreuses expériences m'ayant appris que les 0,75 du poids du phosphate desséché à 100° sont très-approximativement égaux au poids du phosphate calciné, un agriculteur qui veut analyser lui-même sa marne peut se dispenser de faire l'opération délicate de la calcination.

« *Remarque.* — Ce mode de dosage du calcaire a été préféré à celui qui consiste à déterminer le poids du calcaire d'après la perte de poids de la marne due au dégagement de l'acide carbonique par l'action d'un acide, pour les motifs suivants :

« 1° Le procédé est au moins aussi exact; je l'ai vérifié en régénérant le calcaire par le carbonate de potasse.

« 2° Les manipulations qu'il exige sont très-simples, préparées par l'analyse physique elle-même. Les cultivateurs peu familiers avec les manipulations chimiques, peuvent les effectuer eux-mêmes.

« 3° Il est le plus rapproché possible des conditions où le calcaire (carbonate, phosphate et autres sels de chaux) devient actif dans la végétation. C'est en effet à la faveur des acides que, d'après les idées des savants, les sels de chaux deviennent solubles dans le sol et par suite actifs dans la végétation.

« *Observation.* — Loin de moi la pensée de mécon-

naître l'importance des analyses chimiques complètes; mais, comme M. de Gasparin, je pense que le dosage du calcaire par l'action décomposante et dissolvante d'une eau acidulée suffit, dans l'état actuel de la science, pour déterminer la valeur agricole d'une marne.

4° DOSAGE DU CALCAIRE DANS LA PARTIE SABLEUSE SÉPARÉE PAR LA LÉVIGATION. — SON IMPORTANCE.

« Ce dosage est effectué de la même manière que celui de la partie pulvérulente, sur le filtre même qui a servi à recueillir et à peser la partie sableuse, et se fait parallèlement.

« D'après M. de Gasparin, le sable calcaire devrait être négligé comme faisant partie des nodules calcaires. Cependant doit-on lui refuser toute action sur la végétation? Il a au moins de l'influence comme amendement mécanique. C'est à la pratique à éclairer dans cette circonstance la théorie. Quoi qu'il en soit, il m'a semblé utile de déterminer dans la marne les proportions du calcaire encore sableux, en me gardant bien de le confondre avec le calcaire pulvérulent, qui est l'élément éminemment actif des marnes.

5° RÉSULTATS NUMÉRIQUES DES ANALYSES. — INTERPRÉTATION DE CES RÉSULTATS AU POINT DE VUE AGRICOLE.

« Les résultats numériques peuvent être présentés de la manière suivante. Je choisis pour exemple les deux variétés de marne déjà citées (1°) que je dois à l'obligeance de M. le comte de Saint-Marsault, président de la Société d'agriculture de La Rochelle.

PREMIÈRE VARIÉTÉ. — A NODULES ABONDANTS.

1re opération sur 1kil	Pierres et graviers			0k,890
	Matière délayée			0k,110
2e opération sur 10gr	Partie sableuse	67	Sable siliceux	8
			Sable calcaire	59
Résultats centésimaux.	Partie pulvérulente	33	Argile	4
			Calcaire pulvérulent	29

CONCLUSION : Calcaire pulvérulent actif $29 \times 0{,}110$ ou 3,2 0/0 de la marne.

DEUXIÈME VARIÉTÉ. — MARNE TENDRE.

1re opération sur 1kil	Pierres et graviers			0k,040
	Matière délayée			0k,960
2e opération sur 10gr	Partie sableuse	27	Sable siliceux	6
			Sable calcaire	21
Résultats centésimaux.	Partie pulvérulente	73	Argile	20
			Calcaire pulvérulent.	53

CONCLUSION : Calcaire pulvérulent actif $53 \times 0{,}960$ ou 51,8 0/0 de la marne.

6° INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS NUMÉRIQUES DANS LA PRATIQUE DU MARNAGE.

« M. de Gasparin admet que pour marner 1 hectare, il faut 20 mètres cubes d'une marne dosant 67,5 0/0 de calcaire pulvérulent actif, comme la marne de Gaussan, qu'il prend comme modèle d'un excellent marnage.

« Il est convenable de prendre ces nombres comme base de calculs tant que l'expérience pratique n'aura pas démontré la nécessité de les modifier.

« D'après cela, une marne qui ne contiendrait que 1 0/0 de calcaire pulvérulent devrait être employée enproportions 67,5 fois plus grandes, c'est-à-dire à la dose de 20mc,675 ou 1,350 mètres cubes. Si au lieu

de 1 0/0 la marne contient n 0/0 de calcaire pulvérulent, il faudra donc en mettre $\frac{1350}{n}$ mètres cubes par hectare.

« Appliquons ce calcul aux deux variétés précédentes, nous trouverons :

PREMIÈRE VARIÉTÉ.

$\frac{1350}{3,2}$ ou 422^{mc} | Marne trop pauvre pour être employée économiquement.

DEUXIÈME VARIÉTÉ.

$\frac{1350}{51,8}$ ou 26^{mc} Marne argileuse excellente. »

§ 166. **Doses du marnage.** — Puvis, qui a longuement étudié la question du marnage, pense qu'il faudrait marner de telle sorte que la terre se trouvât contenir 3 0/0 de carbonate de chaux. M. de Gasparin cite des exemples nombreux d'excellents résultats obtenus par des marnages qui n'avaient fait monter la teneur calcaire de la terre qu'à 1 et même à 1/2 0/0. Dans la Sarthe, le plus faible marnage est fait avec 5 mètres cubes, et le plus fort avec 17 ; dans la Brie, les doses oscillent entre 10 et 25. Au reste, on pourrait diminuer ces proportions, si l'on voulait marner plus souvent. On admet que 3 hectolitres au moins et 12 au plus disparaissent annuellement par l'effet des récoltes et des eaux. Enfin l'apparition de certaines herbes, telles que *chrysanthème des blés*, *digitale*, *oseille*, etc., etc., signalent la nécessité de renouveler le marnage.

§ 167. **Mode d'application de la marne. Effets de son abus.** — De même que la chaux, la marne ne doit

être enterrée qu'après s'être délitée ; aussi la dépose-t-on, avant l'hiver, dans les champs, par petits monticules, régulièrement espacés en lignes parallèles. Les gelées, les pluies, les variations de température, la réduisent en poussière. Au printemps, lorsque la terre est ressuyée, on la répand à la pelle, par un temps sec, et on herse plusieurs fois pour bien la mêler avec la terre ; on achève par plusieurs labours peu profonds, suivis chacun d'un bon hersage.

§ 168. **Action de la marne.** — Il est inutile que je parle du mode d'agir de la marne ; il est le même que celui que la chaux manifeste dans sa seconde période d'action, c'est-à-dire lorsqu'elle est passée à l'état de carbonate. La marne entretiendra donc la neutralité de la terre, fournira aux racines l'aliment calcaire, contribuera à la formation des nitrates, et enfin elle fera plus que la chaux, dans le sens qu'elle apportera avec elle de l'azote, attendu qu'il y a des marnes qui renferment naturellement jusqu'à un millième et demi de cette substance : de plus, il n'est pas rare de trouver des marnes qui contiennent une quantité sensible, et quelquefois notable de phosphate de chaux.

Si les effets du marnage sont comparables à ceux du chaulage, les abus doivent avoir, jusqu'à un certain point, les mêmes caractères. La marne n'épuise pas la terre comme la chaux, car son action sur les matières organiques n'est pas aussi énergique ; mais, donnée en trop grande abondance, elle finit par devenir inutile. Dès que le sol est pour ainsi dire saturé de carbonate de chaux, toute nouvelle addition de

cet agent restera sans effet; et, si l'on veut que les marnages répétés soient constamment utiles, il est nécessaire d'alterner leur application avec celle des fumiers.

TANGUE.

§ 169. **Provenance de la tangue.** — Dans l'Ille-et-Vilaine, la Manche et le Calvados, on appelle tangue une espèce de sable gris ou blanc jaunâtre, qui se dépose dans les baies, et particulièrement à l'embouchure des rivières de la Basse-Normandie et de la Basse-Bretagne.

Certaines populations de ces contrées attachent une telle importance à cet engrais qu'elles font dix lieues pour aller le chercher; et, pour donner une mesure des services qu'il rend à l'agriculture, je dirai que, sur la partie du littoral comprise entre Saint-Malo et Isigny, il en est extrait tous les ans 20 millions d'hectolitres.

Cependant les tanguières, exploitées de la sorte, depuis des siècles, ne s'appauvrissent pas et constituent toujours, pour les agriculteurs, une source intarissable de richesses. C'est que les vides pratiqués par les hommes sont comblés par l'apport incessant de la mer.

La violente agitation des flots projette des coquilles, parmi lesquelles prédominent celles d'huître, contre des roches granitiques ou schisteuses; des parcelles de ces roches se détachent et se mêlent avec les débris des coquilles; toujours ballotté et entraîné par les courants vers le nord et puis vers l'est, sur les côtes de Normandie, ce mélange atteint différents degrés de

ténuité; les parties les plus grossières se déposent sur les côtes abruptes et escarpées; les plus fines, sur les vastes plages, où les vagues peuvent s'étendre et perdre peu à peu leur vitesse. Ce dernier dépôt, c'est la *tangue*.

§ 170. **Composition variable de la tangue.** — Exposée à l'air pendant plusieurs mois, la tangue augmente de volume, car les débris de coquilles qu'elle contient se délitent et deviennent pulvérulents; sa composition varie sous le rapport des proportions des principes constitutifs; aussi toutes les tangues n'ont-elles pas la même valeur.

Voici, d'après M. Isidore Pierre, les proportions des principes actifs que l'on trouve dans un mètre cube de chaque tangue la plus employée :

PRINCIPES ACTIFS CONTENUS DANS UN MÈTRE CUBE DE TANGUE.

DÉSIGNATION.	ACIDE phosphorique.	ACIDE sulfurique.	CHLORE.	CARBONATE de chaux.	MAGNÉSIE.	AZOTE.	ALCALIS.
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
Saint-Malo.....	6,87	7,96	6,63	304,27	10,49	1,954	12,78
Moidrey.....	15,51	3,82	8,32	441,17	2,14	1,259	11,35
Avranches.....	2,49	4,18	3,98	400,99	0,90	0,707	7,07
Mt-Martin-sur-Mer.	8,96	0,86	3,32	559,03	2,34	1,968	3,94
Pont-de-la-Roque.	6,06	3,57	0,36	480,95	2,02	1,071	3,11
Lessay (havelée)..	2,93	4,29	9,63	545,69	1,67	1,434	11,83
— (béchée)..	1,56	1,04	1,82	404,56	1,43	0,338	1,69
Cherbourg.....	1,70	0,26	4,18	317,06	7,45	0,549	3,40
Brevands.....	1,65	»	0,14	325,27	3,21	0,552	»
Isigny.....	2,32	0,94	1,49	367,57	1,22	0,423	2,16
Sallenelles.....	1,07	0,27	0,67	619,35	3,61	0,951	0,40

§ 171. **Mode d'emploi.** — Quoique la tangue puisse

être employée seule, néanmoins on en forme le plus souvent des composts avec des fumiers, des terres de cours, des balayures de routes, des curures. Dans aucun cas on ne s'en sert immédiatement après son extraction.

C'est ordinairement sur des prairies naturelles ou artificielles, après le fauchage ou à la fin de l'hiver, qu'on emploie la tangue seule. Si l'on veut en donner aux terres en labour, c'est sur les chaumes de froment ou de sarrasin, en septembre et octobre, qu'elle est répandue à la volée.

La dose la plus ordinaire est comprise entre 6 et 16 mètres cubes pour les tangues de la meilleure qualité, et entre 10 et 20 mètres cubes pour les tangues moyennes. Dans un instant, nous saurons comment les distinguer les unes des autres.

La durée de l'action de cet amendement est de trois à cinq ans.

§ 172. **Mode d'action.** — On a dit tant de choses étranges sur la nature et les effets de la tangue, que l'on a fini par faire croire que cet engrais a des propriétés particulières qui l'éloignent des autres engrais calcaires.

L'action fertilisante d'un engrais ou d'un amendement ne peut dépendre que de la nature des principes qui s'y trouvent réunis. Suivant l'opinion commune, un des principes les plus actifs des tangues est le sel marin. Eh bien ! la tangue de Pont-la-Roque est fort renommée ; si on en donne 12 mètres cubes à un hectare, elle y apportera 7 kilogrammes de sel marin. Est-il raisonnable d'attribuer à une aussi faible quan-

tité de cette substance la bonne influence que la tangue exercera sur trois à quatre récoltes. Ce n'est donc pas le sel contenu dans les tangues qui est la cause de leur efficacité.

D'ailleurs, pourquoi n'emploie-t-on pas la tangue dès son extraction des tanguières, lorsqu'elle est si pénétrée de sel ? On s'en garde bien, car, dit-on avec raison, elle brûlerait les récoltes, et avant de s'en servir on la laisse exposée à l'air et à la pluie pendant des mois, pour qu'elle puisse se dessaler. Évidente contradiction ! On attribue au sel ses bons effets, et on ne manque pas de l'en appauvrir. En somme, il est impossible de justifier une pareille opinion, et il faut y renoncer en présence des faits qui la condamnent.

Seraient-ce les alcalis ? Mais les alcalis se trouvent dans les tangues à l'état de sel marin, ou de sulfate. Or, nous savons à quoi nous en tenir sur l'influence du premier de ces composés ; quant au second, on sait que son action sur la végétation est presque nulle.

Serait-ce l'acide phosphorique qui expliquerait l'heureuse action des tangues ? 12 mètres cubes de tangue de Pont-la-Roque apportent dans un hectare 72 kilogrammes d'acide phosphorique, qui, répartis en quatre récoltes, représentent pour chacune d'elles 18 kilogrammes d'acide. Mais lorsqu'on donne à un hectare 5 hectolitres de bon noir, on l'enrichit d'environ 150 kilogrammes d'acide phosphorique, et néanmoins on n'obtient pas, au bout de trois à quatre ans, les excellents effets que procure un tanguage.

Serait-ce l'azote ? 12 mètres cubes de tangue de Pont-la-Roque ne renferment que la quantité d'azote

que l'on trouve dans 2,500 kilogrammes de fumier, c'est-à-dire dans la douzième partie d'une fumure moyenne. A force d'éliminer, il ne reste plus que le carbonate de chaux qui puisse expliquer l'action des tangues, et si l'on s'en rapporte à l'expérience journalière, on ne manquera pas d'être frappé de cette circonstance que les tangues les plus renommées sont justement celles qui sont les plus riches en carbonate de chaux. En outre, c'est un fait bien connu que le tanguage est d'autant plus efficace qu'il est appliqué à des terres non calcaires.

Il faut donc conclure que le principe actif prépondérant des tangues est le carbonate de chaux très-divisé, provenant du broyage des coquilles marines, et que les autres principes qui l'accompagnent peuvent ajouter à son action, mais ne pas la rendre accessoire. Enfin, partout où l'amendement calcaire sera indiqué, le tanguage rendra les mêmes services que le chaulage et le marnage, et les inconvénients qui suivent l'abus de la chaux et de la marne suivent également l'abus de la tangue. Aussi sait-on depuis longtemps que, pour laisser aux tanguages réitérés toute leur efficacité, il faut les alterner avec des fumures ; et si des cultivateurs à proximité des tanguières font sur leurs terres légères un usage presque exclusif de tangues grasses et vaseuses, c'est que celles-ci, étant très-riches en débris organiques et en azote, peuvent tenir lieu de fumier.

SABLON CALCAIRE.

§ 173. **Nature du sablon calcaire.** — Qu'on aille

en Touraine, et notamment dans le département d'Indre-et-Loire ; qu'on parcoure les communes de Sainte-Maure, Tossée, Manthelon, Louroux, et on y verra, à certaines époques de l'année, les populations affairées tirer de la terre une matière assez divisée, composée presque entièrement de petites coquilles. Cette matière, abandonnée en tas pendant quelque temps, se délite et passe à un état de division assez prononcé. C'est alors qu'on l'enfouit dans le sol comme nous enfouissons la chaux. Il n'y a pas d'agriculteur qui, dans ces contrées, ne se livre à ce travail tous les ans avec empressement, comme si la réussite des récoltes en dépendait ; et elle en dépend, en effet, car cette matière est le *falun*, amas de coquilles friables, composées de carbonate de chaux non dépourvu entièrement de phosphate, et qui, en Touraine, tient lieu de marne.

Eh bien! ce falun, ces amas coquilliers, sont de la même nature que le *sablon calcaire*, si fréquent dans l'Ouest, et dont nous regorgeons dans notre département d'Ille-et-Vilaine ; et lorsque, à certaines époques de l'année, on parcourt plusieurs de nos campagnes, où l'on enfonce jusqu'à la cheville dans les terres argileuses, qui, labourées plus tard avec peine, ne produisent que de médiocres récoltes, on se demande pourquoi on ne fait pas usage du remède qui est si près du mal.

§ 174. — **Terres et cultures propres au falunage. Principaux gisements de sablon calcaire dans le département d'Ille-et-Vilaine.** — Le *sablon calcaire*, sur lequel feu de Lorgeril a attiré, l'un des premiers,

l'attention des agriculteurs bretons, est très-utile aux terres fortes et schisteuses, auxquelles il peut rendre presque autant de services que la chaux, la marne, la tangue ; mais il n'est guère favorable aux sols légers et aux terrains de bruyères. Il peut entrer avec avantage dans les composts, et être donné en couverture sur les céréales d'hiver et de printemps et sur les prairies naturelles et artificielles. Dans les limites de notre département, nous en avons à Saint-Juvat, Quiou et Trefumel. Dans l'intérieur du département, nous en avons à Lou-du-Lac, près de Bédée, à la Chapelle-du-Lou, à Landujan, à Médréac, à Saint-Pern, à Dingé, à Guipel, à Montreuil-sur-Ille, à Feins, à Gahard, et tout près de Rennes, à la Chaussairie, à Chartres, à Bruz, à Saint-Grégoire (1).

(1) Je crois utile de reproduire textuellement une note que mon regrettable ami M. Durocher, ingénieur en chef des mines, me communiqua quelques mois avant sa mort. Ce document me paraît important, parce qu'il émane d'un homme qui avait spécialement étudié les richesses calcaires de la Bretagne, dans le but de compléter la carte géologique de cette contrée.

« Les dépôts de pierre calcaire friable du terrain tertiaire (sablon calcaire), susceptible d'être employée, comme la marne, à l'amendement des terres, sans subir de cuisson préalable, se trouvent principalement dans la partie du département qui s'étend au nord de Rennes.

« Voici l'indication des principaux gîtes :

« 1° *Communes du Lou-du-Lac* et de *La Chapelle-du-Lou*. — Il y a aux alentours des deux bourgs, et dans l'intervalle qui les sépare, un petit bassin qui a environ 1 kilomètre d'étendue en largeur et longueur, et la puissance des couches calcaires s'y élève en certaines parties à plus de 11 mètres.

« 2° *Commune de Landujan*. — Il y a un bassin s'étendant, sur 2 à 3 kilomètres de longueur, du S. S. E. au N. N. O. (là où sont les fermes de la Garenne, le Hirel, Tison, etc.) et sur une largeur variable de 200 à 400 mètres. L'épaisseur totale s'élève par places de 6 à 7 mètres.

« 3° *Commune de Médérac*. — A 1 kilomètre au sud du bourg, s'étend autour du village de la Bouexière un bassin ayant environ 1 kilomètre de largeur sur environ 1 kilomètre et demi de longueur; on y a trouvé en certains points de 10 à 14 mètres de sablon calcaire.

« 4° *Commune de Saint-Pern*. — Un peu à l'ouest du bourg, se trouve un

§ 175. **Composition et mode d'emploi du sablon calcaire.** — Si l'on excepte quelques rares localités où ce précieux engrais est en exploitation, partout ailleurs il est oublié ou ignoré; et cependant bien peu de ces sablons renferment moins de 65 à 70 0/0 de carbonate de chaux. Il y en a, et notamment à Bruz, à Saint-Grégoire et à la Chausserie, qui en renferment jusqu'à 95 0/0.

Plusieurs d'entre eux renferment du sable ferrugineux, d'autres de l'argile. On y trouve de l'acide phosphorique, dont la quantité absolue, quoique très-faible, devient relativement considérable, vu les fortes proportions de sablon que l'on donne à la terre. Aussi, en Amérique, la chaux qui provient des coquilles est-

bassin qui occupe peu d'étendue dans la commune de Saint-Pern, mais qui se prolonge sur celle de Plouasne (Côtes-du-Nord) : on y a trouvé en un point une épaisseur de 9 à 10 mètres de sablon calcaire.

« 5° *Commune de Dingé.* — Dans la partie méridionale de cette commune, au lieu dit La Motte-aux-Anglais, est un petit bassin calcaire dont l'étendue diamétrale est seulement de quelques centaines de mètres : les couches que la sonde a traversées avaient, en un point, de 4 à 5 mètres d'épaisseur; mais en général leur puissance n'est que de $2^{m},50$ à 3 mètres.

« 6° *Commune de Guipel.* — A quelques cents mètres, au nord du bourg de Guipel, là où est la ferme du *Mas*, est un petit bassin qui a de 4 à 500 mètres d'étendue diamétrale, et où l'on a trouvé une épaisseur de sablon calcaire s'élevant à 10 mètres en certaines parties.

« 7° *Commune de Feins.* — A 1 kilomètre au sud-est du bourg, est un bassin ayant 12 à 1,500 mètres de largeur, sur près de 2 kilomètres de longueur; l'épaisseur des couches calcaires s'y élève, en quelques parties, à près de 16 mètres.

« 8° *Commune de Vieux-Vy.* — Sur la métairie de la Ménardais, s'étend un bassin d'une petite étendue, dans lequel se trouvent des couches calcaires ayant, en certains points, une épaisseur de 6 à 7 mètres.

« 9° *Commune de Gahard.* — Cette commune est celle où il existe le plus de pierre caclcaire ; elle s'y montre sous forme de marbre, en bancs que l'on exploite dans la forêt de Haute-Sérée ; mais il y a des dépôts beaucoup plus étendus de pierre calcaire friable composée de débris de zoophytes coralligènes; nous en avons reconnu la présence dans trois zones différentes : 1° dans la

elle préférée à la chaux ordinaire. On a remarqué que sous son influence les tiges et les feuilles diminuent de volume, tandis que celui des fruits et des graines augmente, en même temps que les premiers deviennent plus nutritifs et les seconds plus farineux. Récemment extraits de leurs gisements, les sablons offrent une compacité peu considérable, et qui s'affaiblit encore par l'action de l'air ; aussi convient-il de ne pas enterrer le sablon avant que l'air ne l'ait disposé à une facile désagrégation.

§ 176. **Quantité appliquée par hectare. Mode et durée d'action.** — Dans les pays habitués à cet engrais, on en donne de 100 à 600 hectolitres par hectare : la durée de l'action est de cinq à six ans dans

vallée de Harcé, à peu de distance à l'est du bourg de Gahard; 2° dans la vallée de la Chelleraie; 3° aux environs du village de la Rosière ; le terrain calcaire s'y montre sur une étendue de plusieurs kilomètres en longueur, dans le sens des vallées, et de plusieurs centaines de mètres dans le sens transversal, et son épaisseur s'élève, en certaines parties, à une dizaine de mètres.

« 10° *Commune de Saint-Grégoire.* — A 1 kilomètre au nord du bourg, il y a un bassin calcaire qui s'étend sur environ 1 kilomètre de largeur et 2 kilomètres de longueur. On ne connaît pas la puissance totale des couches de sablon calcaire, mais elle est supérieure à 6 mètres et s'élève probablement à plus du double dans le centre de la formation.

« Je cite pour mémoire le bassin calcaire de la Chaussairie qui s'étend sur les communes de Saint-Jacques, Bruz et Chartres, et qui fournit, depuis longues années, de la chaux aux constructeurs de Rennes.

« Dans la région méridionale du département les dépôts de pierre calcaire sont beaucoup moins nombreux que dans la partie nord ; et on n'y a point exécuté de sondages. Néanmoins, j'ai reconnu l'existence de pierre calcaire friable dans plusieurs communes, ainsi que dans celles de Laillé, Lohéac, Langon et les Brulais.

« Parmi les gîtes de calcaire ancien, compacte, et présentant les caractères du marbre, il y en a cinq qui sont exploités dans le département; ceux de la Chapelle-Erbrée, Izé, Gahard, Saint-Germain-sur-Ille et Saint-Thurial. Mais il y en a plusieurs autres qui ne sont pas exploités et qui se trouvent sur les communes de Balazé, Domagné, Corpsnuds, Saint-Armel et Mordelles. »

le premier cas, et de vingt-cinq à trente dans le second. Ce que j'ai dit sur l'action chimique du chaulage pendant sa seconde phase, et sur l'action chimique de la marne, me dispense de parler de ce même sujet à propos du sablon calcaire ; je dirai seulement que l'abus rendra le sablon inefficace, *surtout si des fumures ne viennent pas soutenir son énergie.*

FIN DU TOME PREMIER.

TABLE DES MATIÈRES.

CHAPITRE Ier. *Air atmosphérique* 1
§ 1. Propriétés physiques de l'air atmosphérique 1
§ 2. Baromètre. Utilité de la connaissance de la pression de l'air en agriculture 3
§ 3. Composition de l'air 5
§ 4. Propriétés chimiques de l'air 8
§ 5. Air vicié 10
§ 6. La composition de l'air est invariable 14
§ 7. Principes accidentels de l'air atmosphérique 16
a. Ammoniaque 16
b. Acide nitrique ou azotique 18
c. Diverses substances salines 20
§ 8. Miasmes 21
§ 9. Comment en prévenir ou en combattre les effets 23
CHAPITRE II. *Eau* 26
§ 10. Composition de l'eau 26
§ 11. Propriétés de l'eau 27
§ 12. Différentes qualités d'eau 31
§ 13. Substances dissoutes dans les eaux naturelles 31
§ 14. Moyens de reconnaître les eaux contenant des silicates, des nitrates et des matières organiques 32
§ 15. Eaux potables 35
§ 16. Eaux des météores 36
CHAPITRE III. *Terre arable* 40
§ 17. Composition essentielle de la terre arable 40
a. Argile 40
b. Sable 41
§ 18. Analyse mécanique de la terre arable 42
a. Par lavage circulaire 42
b. Par lavage ascensionnel ou vertical 44
§ 19. Constatation de l'humus dans les terres arables 49
§ 20. Constatation du principe calcaire 51

§ 21. Constatation des principales propriétés physiques des terres 54
a. Imbibition 54
b. Perméabilité 55
c. Dessiccation 56
d. Densité 57
§ 21 *bis*. Propriétés absorbantes de la terre arable 59
CHAPITRE IV. *Préparation des terres* 61
§ 22. Constitution immédiate du sol cultivé 63
§ 23. Sol actif 64
§ 24. Sol inerte 67
§ 25. Sous-sol 69
§ 26. Couche imperméable 71
§ 27. Utilité des labours profonds 72
§ 28. La préparation des terres ne peut être complétée que par le drainage 75
§ 29. Différente répartition de l'eau dans les terres drainées et dans les terres non drainées 76
§ 30. La température des terres drainées est plus élevée que celle des terres non drainées 79
§ 31. Les terres drainées sont les plus faciles à travailler .. 81
§ 32. Perméabilité des terres drainées 82
§ 33. Les terres drainées sont les plus fertiles 85
§ 34. Heureuse influence du drainage sur le climat et l'hygiène publique 87
CHAPITRE V. *Terreau* 88
§ 35. Constitution du terreau 89
a. Humus 90
b. Acide humique 91
c. Pourri 91
§ 36. La composition du terreau est nécessairement variable. 92
§ 37. Nécessité de la présence du terreau dans la terre arable 92
§ 38. Terreau artificiel des fermes 92
§ 39. Les trous à terreau sont des nitrières 93
§ 40. Principes fertilisants du terreau artificiel 94
§ 41. Différents états de l'azote dans le terreau et dans la terre arable 95
CHAPITRE VI. *Fumier* 96
§ 42. Constitution immédiate du fumier. Rôle que jouent les déjections vis-à-vis des litières 96

§ 43. Le fumier est généralement mal soigné; pertes qui en résultent..... 97
§ 44. Soins nécessaires pour une bonne préparation du fumier..... 99
§ 45. Conservation des fumiers en tas..... 103
§ 46. Conservation du fumier dans les étables..... 108
§ 47. Conservation du fumier dans les fosses..... 111
§ 48. Évaluation de la production du fumier pour fixer la capacité d'une fosse..... 117
a. Méthode de Thaër..... 118
b. Méthode de Schwertz..... 121
c. Méthode de M. Heuzé..... 122
§ 49. Données qui doivent servir à fixer les dimensions de la purinière..... 128
§ 50. Fumiers longs ou frais, fumiers courts ou vieux..... 129
§ 51. Caractère des différents fumiers..... 132
a. Fumier des bêtes à laine..... 133
b. Fumier de porc..... 133
c. Fumier de cheval..... 135
d. Fumier de vache..... 136
§ 52. Progrès dans la connaissance des phénomènes chimiques qui accompagnent la formation du fumier..... 139
CHAPITRE VII. *Litières*..... 142
§ 53. Bonnes qualités de certaines litières autres que les pailles des céréales..... 142
§ 54. Qualités particulières des litières-céréales..... 144
§ 55. Déplorable habitude de brûler certaines pailles..... 144
§ 56. La paille d'avoine vaut peut-être mieux comme aliment que comme litière..... 145
§ 57. Litière de genêt et de bruyère..... 145
§ 58. Services que peut rendre la tourbe dans les étables.. 147
§ 59. Emploi de la terre comme litière..... 150
§ 60. Objection..... 152
§ 61. Préparation de la terre devant servir de litière..... 153
§ 62. Économie résultant de l'emploi de la terre pour absorber les déjections du bétail..... 154
CHAPITRE VIII. *Engrais humain*..... 155
§ 63. Les déjections humaines sont les plus riches en principes fertilisants..... 155
§ 63 II. Déplorable gaspillage d'une grande richesse..... 156
§ 63 III. Exemples de l'utilisation des déjections humaines. 157

§ 63 IV. Principales causes qui s'opposent à une vaste application des déjections à l'agriculture..... 159
§ 63 V. De bons procédés de désinfection faciliteraient l'emploi des déjections humaines comme engrais..... 160
§ 63 VI. Principe sur lequel sont fondés les procédés de désinfection des vidanges..... 160
§ 63 VII. Mauvaise application de ces principes..... 161
§ 63 VIII. Comment on doit procéder pour rendre réellement inodores les vidanges..... 162
§ 64. La partie liquide des vidanges est perdue malgré sa richesse en principes fertilisants..... 165
§ 65. Désinfection journalière de petites quantités de déjections mixtes..... 166
§ 66. Conservation des déjections liquides (urine)..... 168
§ 67. Emploi des déjections liquides humaines..... 171
§ 68. Soins prodigués à l'engrais humain dans le nord de la France.—Engrais flamands, gadoue, courte-graisse. 173
CHAPITRE IX. *Engrais liquides*..... 175
§ 69. Aperçu historique de l'application des engrais liquides par jaillissement, ou par le système tubulaire, appelé à tort système de Kennedy..... 176
§ 70. Préparation des engrais liquides..... 177
§ 71. Distribution des engrais liquides sur les terres..... 180
§ 72. La quantité de fumure varie suivant les cultures.... 182
§ 73. Résultats remarquables obtenus en Angleterre par l'emploi des engrais liquides..... 184
§ 74. Objections faites au système tubulaire..... 190
§ 74 *bis*. Le système tubulaire est-il applicable en France?. 191
§ 75. Essais faits en France..... 197
CHAPITRE X. *Guano et poulenée*..... 198
§ 76. Le guano est reconnu comme un engrais depuis longtemps..... 198
§ 77. Principaux gisements de guano..... 199
§ 78. Constitution du guano..... 199
§ 79. Pourquoi, malgré l'égalité d'origine, tous les guanos n'ont pas la même composition..... 201
§ 80. Caractères et propriétés des principaux guanos..... 202
a. Guano des îles Chincas (Pérou)..... 202
b. Guano du Chili..... 203
c. Guano de Bolivie..... 204
d. Phosphatic guano..... 204

c. Guano de carrière..... 204
f. Guano de Pingouin et guano de Shag..... 205
g. Guano Baker et Jarvis..... 206
h. Guano d'Afrique..... 210
i. Autres guanos de moindre importance..... 211
§ 81. Fraudes exercées sur les guanos..... 212
§ 82. Modes d'application du guano..... 213
§ 83. Différents modes d'agir des guanos..... 217
§ 84. Quelles que soient sa qualité et sa provenance, le guano sera toujours un engrais incomplet..... 218
§ 85. La fiente de volaille (colombine, poulenée), doit avoir quelque analogie avec le guano..... 220

CHAPITRE XI. *Poudrette. Principes de la fabrication des engrais artificiels*..... 222
§ 86. Procédé de préparation de la poudrette..... 223
§ 87. Inconvénients de ce procédé..... 224
§ 88. Caractères, composition et emploi de la poudrette..... 225
§ 89. Principes fondamentaux de la fabrication des engrais. 226
§ 90. Principales matières employées pour absorber les déjections..... 227

a. Tourteaux..... 227
b. Touraillons..... 230
c. Bourres courtes..... 230
d. Poussières de batteries..... 230
e. Déchets de draps..... 231
f. Chiffons de laine..... 231
g. Tontisses..... 232
h. Râpure de corne..... 232
i. Phosphates..... 233
k. Cendres et charrées..... 233
l. Argile..... 234
m. Cendres pyriteuses..... 235
n. Matériaux salpêtrés..... 235
o. Suie..... 236
p. Plâtre..... 236
q. Bog-head..... 237

§ 91. Manipulation des engrais artificiels..... 237
§ 92. Cause de l'efficacité d'un engrais..... 243
§ 93. Comment on parvient à développer l'efficacité d'un engrais artificiel..... 244

§ 91. Nature de l'engrais préparé suivant les procédés indiqués dans ce chapitre..... 247
CHAPITRE XII. *Sang, chair, plumes, crins et poils, débris de cornes et de poissons, chiffons de laine*..... 249
§ 95. D'après sa composition, le sang doit être un engrais.. 249
§ 96. Transformation du sang en engrais commercial..... 250
a. Par des procédés chimiques..... 250
b. Par des procédés physiques..... 251
1° Par la vapeur..... 251
2° Par absorption..... 251
§ 97. Comment on peut ralentir la décomposition du sang sec. 252
§ 98. Cultures auxquelles convient le sang desséché..... 252
§ 99. Utilisation de la chair musculaire..... 252
a. Compost terreux..... 253
b. Compost au fumier, et compost à la tannée... 253
c. Engrais de chair desséchée..... 253
§ 100. Mode d'emploi de la chair en poudre..... 255
§ 101. Crins, poils et plumes..... 255
§ 102. Débris de cornes et de poissons..... 256
§ 103. Chiffons de laine..... 257
CHAPITRE XIII. *Noir animal ; son mélange avec la tourbe*..... 259
§ 103 *bis*. Origine du noir animal..... 259
§ 104. Différentes qualités decet engrais..... 260
§ 105. Conditions d'efficacité des différentes variétés de noir animal..... 261
§ 106. Mode d'action..... 264
§ 107. Cultures auxquelles convient le noir animal..... 265
§ 108. Le noir animal favorise de préférence les cultures épuisantes; dangers qui en résultent et moyens de les éviter..... 266
109. Le noir animal pur ne peut pas être à la fois très-phosphaté et très-azoté..... 268
§ 110. Fraudes exercées sur le noir animal..... 269
§ 111. Mélange formé de noir animal et de tourbe : sa composition..... 271
§ 112. Attaques passionnées contre cet engrais..... 271
§ 113. Les inconvénients de la tourbe phosphatée proviennent de la manière dont on la vend..... 274
CHAPITRE XIV. *Nodules phosphatés ou pseudo-coprolithes. Perphosphate ou superphosphate de chaux des Anglais*..... 276

§ 114. Déperdition nécessaire des phosphates naturels..... 276
§ 115. Découverte des nodules phosphatés facilement exploitables. Leurs caractères et leurs propriétés..... 281
§ 116. Application des nodules phosphatés à l'agriculture. 284
§ 117. Perphosphate ou superphosphate de chaux des Anglais..... 289
§ 118. Véritable composition du superphosphate de chaux; son mode d'action..... 291
§ 119. Causes qui s'opposent à l'emploi des perphosphates en France..... 292

CHAPITRE XV. *Engrais de provenance végétale : goëmon, tourteaux, engrais Jauffret*..... 295
§ 120. Pourquoi les débris végétaux peuvent jouer le rôle d'engrais..... 295
§ 121. Préparation des débris végétaux qui doivent servir d'engrais..... 296
§ 122. Services que rend le goëmon..... 298
§ 123. Différentes manières d'employer le goëmon..... 299
§ 124. Prompte transformation des débris végétaux en engrais proprement dits au moyen de la chaux..... 301
§ 125. Importance des tourteaux considérés comme engrais. 302
§ 126. Précautions à prendre pour conserver les tourteaux. 303
§ 127. Terrains auxquels conviennent les tourteaux. Mode d'application de cet engrais..... 303
§ 128. Action nuisible que le contact de la poudre de tourteau exerce sur les graines..... 304
§ 129. A quelles cultures conviennent les tourteaux, et à quelle dose on les emploie..... 305
§ 130. Comment les marcs peuvent devenir de bons engrais. 306
§ 131. Importance de l'engrais de Jauffret..... 308
§ 132. Préparation de la lessive ou du levain d'engrais, et des plantes qui doivent être transformées en engrais.. 310
§ 133. Confection de l'engrais..... 310
§ 134. Simplification de la méthode Jauffret..... 313

CHAPITRE XVI. *Nitrates et sels ammoniacaux*..... 314

§ 135. Principale source des nitrates commerciaux..... 314
§ 136. La nature est prodigue de nitrates..... 315
§ 137. Provenance des nitrates..... 320
§ 138. Faculté fertilisante des nitrates..... 322
§ 139. Faculté fertilisante des sels ammoniacaux..... 323

§ 140. Ce que c'est que l'ammoniaque : sa présence dans les eaux 326

CHAPITRE XVII. *Cendres de bois et charrée, cendres de varechs, de tourbe et de houille* 330

§ 141. Cendres considérées comme engrais 331

§ 142. Composition des cendres 334

§ 143. Cendres considérées comme mesure de l'épuisement du sol occasionné par les cultures 338

§ 144. Classification des cendres 339

§ 145. Comment on reconnaît à quelle classe appartient une cendre 340

§ 146. Charrées ou cendres lavées 343

§ 147. Cendres de varechs et de goëmon 348

§ 148. Cendre de tourbe 349

§ 149. Cendre de houille ou de charbon de terre 350

CHAPITRE XVIII. *Chaux* 352

§ 150. Appréciation de la qualité des calcaires 352

§ 151. Classement des chaux suivant leur pureté 354

§ 152. Caractères de la chaux hydraulique 355

§ 153. Propriétés de la chaux maigre 356

§ 154. Caractères de la chaux grasse 356

§ 155. Sols appropriés au chaulage 358

§ 156. A quelles cultures la chaux est spécialement utile .. 359

§ 157. Quantités de chaux qu'on doit donner à la terre 360

§ 158. Renouvellement des chaulages 362

§ 159. Procédés de chaulage 366

§ 160. Conditions nécessaires à la réussite du chaulage 370

§ 161. Mode d'agir de la chaux 371

§ 162. Inconvénients de l'abus de la chaux 375

CHAPITRE XIX. *Marne, tangue, sablon calcaire* 377

§ 163. Aspect des sols marneux. Classements des marnes .. 378

§ 164. Terres appropriées au marnage 379

§ 165. Analyse mécanique de la marne 380

a. Par la méthode de M. de Gasparin 380

b. Par la méthode de M. Masure 381

§ 166. Doses du marnage 387

§ 167. Mode d'application de la marne. Effets de son abus .. 387

§ 168. Action de la marne 388

§ 169. Provenance de la tangue 389

§ 170. Composition variable de la tangue 390

§ 171. Mode d'emploi..... 390
§ 172. Mode d'action..... 391
§ 173. Nature du sablon calcaire..... 393
§ 174. Terres et cultures propres au falunage. Principaux gisements de sablon calcaire dans le département d'Ille-et-Vilaine..... 394
§ 175. Composition et mode d'emploi du sablon calcaire... 396
§ 176. Quantité appliquée par hectare. Mode et durée d'action..... 397

FIN DE LA TABLE DU PREMIER VOLUME.

Corbeil. Typogr. et stér. de Crété.

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
630.16 M29 C001 v.1
Chemie appliquee a l'agriculture ...
3 0112 088660532